



**INSTITUTO POLITÉCNICO
DE VIANA DO CASTELO**

Paulo Jorge Passos da Costa

As transformações nos sistemas de informação preconizadas pelo Cloud Computing

Nome do Curso de Mestrado
Tecnologia e Gestão de Sistemas de Informação

Trabalho efectuado sob a orientação do
Doutor António Miguel Cruz

Outubro de 2011

AGRADECIMENTOS

A todos os que directa ou indirectamente me apoiaram e acreditaram na exequibilidade do projecto, ajudando-o a tornar-se numa realidade.

Uma nota especial de agradecimento ao meu orientador Professor Doutor António Miguel Ribeiro dos Santos Rosado da Cruz, pelos seus comentários, sugestões e disponibilidade demonstrada.

RESUMO

Falar de mudanças na área da informática é como falar de frio no Pólo Norte, ou seja, não estamos perante nada de novo. Existem contudo alterações que representam uma descontinuidade com o passado, e esse tipo de alterações são já bem menos frequentes. O Cloud Computing insere-se nesta lista bastante mais restrita. Estamos a falar de um novo paradigma da computação que começou a dar os primeiros passos entre o final do século passado e o início deste, aquando da disponibilização dos primeiros serviços online (nomeadamente o Gmail, Hotmail, Salesforce CRM, entre outros) e que, neste momento, impulsionado pela actual conjuntura económica e por fenómenos associados à deslocalização da força de trabalho, despertou o interesse do meio empresarial. A este nível, o cloud computing representa uma alteração radical relativamente à estruturação das TI e à forma como estas passam a suportar os sistemas de informação das organizações, e também à forma como as organizações pensam os seus investimentos em TI. É importante compreender que essas alterações não se confinam apenas à esfera tecnológica. Na verdade, elas são bem mais abrangentes na medida em que podem provocar alterações ao próprio modelo de negócio das organizações. Este é aliás um dos aspectos a reter, devemos olhar para o Cloud Computing mais como um modelo de negócio que faz uso de um conjunto de tecnologias existentes, do que propriamente uma nova tecnologia.

Esta dissertação tem como objectivo realizar uma análise detalhada acerca do Cloud Computing apresentando o conceito, as camadas, os modelos, as plataformas existentes e respectivos fornecedores. Para além desses aspectos, pretende-se analisar a situação do Cloud Computing em Portugal, avaliando o seu grau de maturidade.

Como componente prática desta dissertação, será realizada a migração de uma aplicação Web para o formato cloud, utilizando para o efeito a plataforma da Microsoft, Windows Azure. Essa migração será realizada com o intuito de identificar eventuais dificuldades ocorridas nesse processo. Adicionalmente será realizada uma análise de performance face a um modelo de alojamento tradicional.

ABSTRACT

Speaking of change in computing is like talking of cold at the North Pole, that is, we are not faced with anything new. However, there are changes that represent a discontinuity with the past, and such changes are far less frequent. Cloud Computing is part of this much more restricted list. We are talking about a new computing paradigm that began to take its first steps towards the end of the last century and the beginning of this one, when the first services became available online (namely Gmail, Hotmail, Salesforce CRM, among others) and which at the moment, driven by current economic phase with the phenomena associated with the relocation of the workforce, awakened the interest of the business world. At this level, Cloud Computing represents a radical change on the IT structure and the way it gets to support the information systems of organizations, and also on the way organizations consider their investments in IT. It is important to understand that these changes are not just confined to the area of technology. In fact, they reach much further being able to cause changes to the business model of organizations itself. This is indeed one of the aspects to consider, we must see Cloud Computing more as a business model that takes advantage of a set of existing technologies, than as a new technology.

This paper aims to perform a detailed analysis about the Cloud presenting the concept, the layers, the templates, the existing platforms and their respective suppliers. Apart from these aspects, the intention is to analyze the state of Cloud Computing in Portugal, assessing its degree of maturity.

As a practical component of this paper, a Web application will be migrated to the cloud format, using for this purpose the Microsoft platform, Windows Azure. This migration will take place in order to identify any possible difficulties encountered in this process. Additionally an analysis of performance will be carried out as compared with the model of traditional Web Hosting.

CONTEÚDO

1. Introdução	1
2. Cloud Computing - análise do estado da arte	3
2.1 Introdução.....	3
2.2 Modelos de Computação.....	4
2.3 Cloud Computing e Serviços Cloud	5
2.4 Camadas do cloud computing	6
2.5 Tipos de Cloud.....	8
2.6 Tecnologias e conceitos associados a serviços na Cloud.....	10
2.7 Aspectos a considerar	14
Segurança.....	14
Standards	15
Integração de aplicações.....	15
2.8 Notas Finais.....	16
3. Principais fornecedores cloud.....	17
3.1 Introdução.....	17
3.2 Infra-estrutura como serviço.....	18
Amazon Elastic Compute Cloud (EC2).....	18
GoGrid.....	20
Rackspace.....	21
3.3 Plataforma como serviço	23
Google App Engine	23
Windows Azure.....	25
Force.com	27
3.4 Software como serviço	30
Google Apps.....	30
Salesforce	32
Desktop as a Service.....	33
3.5 Notas finais	34
4. Cloud Computing em Portugal	34
4.1 Introdução.....	35
4.2 Infra-estrutura e Plataforma como Serviço	35
4.3 Software como Serviço	40

4.4 Conclusões	46
5. Plataforma Windows Azure	48
5.1 Introdução.....	48
5.2 Windows Azure.....	48
5.3 SQL Azure.....	50
5.4 Windows Azure AppFabric.....	52
5.5 Desenvolvimento para Azure	53
5.6 Considerações finais.....	54
6. Migração para Azure	55
6.1 Introdução.....	55
6.2 Etapas do processo de migração	56
6.3 Migração do GOcorrência	56
6.4 Comparação de performance e conclusões.....	61
7. Conclusões e Trabalho Futuro	65
Referências.....	68

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1 - Seis modelos de computação [2].....	4
Fig. 2 – Camadas do Cloud computing	7
Fig. 3 – Conceito de PaaS (adaptado a partir de “Plataform as a Service”	7
Fig. 4 – Tipos de Cloud [6].....	9
Fig. 5 – Comparação Cloud pública / Cloud privada [6].....	10
Fig. 6 – Architecturas de virtualização	12
Fig. 7 – Computação como utilitário	13
Fig. 8 – Lista das 10 principais tecnologias no ano de 2010 e 2011 segunda a Gartner	17
Fig. 9 – Serviços incluídos pelo fornecedor nos diversos níveis	17
Fig. 10 – Lista de serviços e funcionalidades da Amazon AWS [22].....	18
Fig. 11 – Configuração de Servidores através de consola no GoGrid [23].....	20
Fig. 12 – Administração modo consola Rackspace Cloud [25].....	21
Fig. 13 – IDE Eclipse com plug-in para Google App engine.....	23
Fig. 14 – Arquitectura do Google App engine [21].....	24
Fig. 15 – Plataforma Windows Azure	25
Fig. 16 – Possíveis configurações Windows Azure (valores de Setembro 2011).....	26
Fig. 17- Criação de conta na plataforma Force.com	27
Fig. 18- Criação de projecto com recurso ao eclipse.....	27
Fig. 19- Criação de base de dados no database.com	28
Fig. 20 – Possíveis gamas da plataforma Force.com (valores de Setembro 2011).....	29
Fig. 21 – Modelo Goole Apps	30
Fig. 22 – Representação do universo Goole Apps	31
Fig. 23 – Comparação das soluções Google Apps	31
Fig. 24 – CRM Salesforce.....	32
Fig. 25 – Comparação das soluções Google Apps	32
Fig. 26 – Plataforma Deskton Virtual-D.....	33
Fig. 27 – Criação de um grupo de desktop's virtuais	34
Fig. 28 – Comparação das versões para desktops virtuais da deskton	34
Fig. 29 – Arquitectura Agile Platform.....	35
Fig. 30 – Arquitectura Agile Platform.....	37
Fig. 31 – Service Studio na criação de um novo aplicação	38
Fig. 32 – Comparação entre vários fornecedores PaaS	39
Fig. 33– Criação de um assembly no aplicativo Virtu	40

Fig. 34– Ficha de cliente no PHC FX.....	41
Fig. 35– ERP Primavera no formato SaaS.....	42
Fig. 36– Comparação modelo on-premise modelo SaaS.....	43
Fig. 37– Plataforma Lawrd na sua versão de demonstração	44
Fig. 38– Plataforma Teepin na sua versão demonstração.....	45
Fig. 39– Plataforma Yoomit na sua versão demonstração	45
Fig. 40 – Versões Yoomit.....	46
Fig. 41 – Componentes do Windows Azure.....	48
Fig. 42 – Plataforma Windows Azure	50
Fig. 43– Componentes do SQL Azure	51
Fig. 44 – Configuração de base de dados no Windows Azure	51
Fig. 45– Componentes do Windows Azure APPFabric.....	52
Fig. 46– Componentes APPFabric na plataforma Azure	53
Fig. 47 - Selecção do Web Role e apresentação dos projectos presentes na solução	53
Fig. 48 – Performance média de diversos fornecedores cloud.....	54
Fig. 49 – Aplicação Web GOcorrência.....	55
Fig. 50 – Diagrama da base de dados GOBD.....	57
Fig. 51 – SQL Azure Migration Wizard	57
Fig. 52 – Subscrição do SQL Azure	58
Fig. 53– SQL Azure Managment Portal.....	58
Fig. 54 – SQL Azure Managment Portal	59
Fig. 55 – Caching do Azure AppFabric.....	59
Fig. 56 – Criação do package a ser utilizado pelo Windows azure	60
Fig. 57– Criação de um novo Hosted Service	60
Fig. 58– Aplicação GOcorrência no Windows Azure	61
Fig. 59– Plataforma de administração da Somee	62
Fig. 60– Configuração de um teste no LoadStorm	62
Fig. 61– Teste realizado sobre plataforma Azure	63
Fig. 62– Teste realizado sobre o site alojado na Somee.....	64

1. INTRODUÇÃO

O Cloud Computing encontra-se na ordem do dia, as notícias associadas ao tema proliferam, quer através dos meios de comunicação generalistas, quer através de websites e blogs directamente associados ao tema. Quem se encontra ligado à área das tecnologias da informação certamente não estranhará todo este alarido, isto porque é frequente o aparecimento de novos termos (designados por buzzwords) associados às tecnologias, temos, entre tantos outros, os exemplos recentes de e-commerce, e-learning e Web 2.0. O que realmente importa perceber é que de todos esses novos conceitos e tecnologias que vão surgindo, passada a fase da euforia, alguns acabam por desaparecer caindo totalmente no esquecimento, outros são absorvidos por novos conceitos ou tecnologias mais abrangentes, e apenas um número limitado acaba realmente por marcar um ponto de viragem. Pelos motivos que irei apresentar ao longo desta dissertação, estou convencido de que o Cloud Computing se encontra nesta última categoria.

Quando falamos de cloud computing estamos a referir-nos à utilização de meios computacionais sob a forma de um serviço, pagando em função do que consumimos (tal como acontece com as facturas da água, luz ou gás). Esses meios podem dizer respeito a software, e neste caso estaremos perante o conceito de Software como Serviço (SaaS, Software as a Service). Nesta situação o cliente fica abstraído de tudo o que se encontra abaixo da aplicação que utiliza. Por outras palavras, o cliente acede à aplicação através da internet e não precisa de ter qualquer tipo de preocupação com a manutenção do sistema necessário para correr a referida aplicação. Outro tipo de serviço disponibilizado assume a forma de uma Plataforma (PaaS, Platform as a Service). Neste caso estamos perante uma camada intermédia que garante o funcionamento de aplicações na cloud, abstraindo igualmente os seus utilizadores da infra-estrutura de armazenamento, processamento ou rede. Por último, temos o conceito de Infra-estrutura como Serviço (IaaS, Infrastructure as a Service), que consiste na possibilidade de consumir poder de processamento, capacidade de armazenamento e de rede. Esse poder computacional assenta normalmente em recursos virtualizados e o pagamento do serviço é, mais uma vez, feito em função dos recursos utilizados.

Um dos aspectos chaves do cloud computing é o interesse que ele desperta nos gestores das organizações, isso deve-se antes de mais nada à possibilidade de reduzir diversos custos associados ao departamento de sistemas de informação, nomeadamente ao nível da aquisição e manutenção de equipamentos, consumos energéticos e custos com o pessoal. Paralelamente, ao utilizar os sistemas de informação como um serviço, passa a ser possível determinar o contributo do departamento de TI na obtenção de valor para a organização, o que está longe de ser conseguido no modelo tradicional. Os benefícios do cloud computing não se esgotam nas questões financeiras, existem factores como a elasticidade dos recursos, ou a facilidade de responder ao desafio da deslocalização da força de trabalho, que fazem com que progressivamente as organizações passem a encarar o formato da cloud como uma alternativa viável para o seu negócio. O que importa realçar é que esta passagem para a cloud será algo de progressivo, que começa pelos serviços menos críticos para a organização, e será incrementado à medida que alguns desafios ao nível da segurança, da integração e da regulamentação da própria cloud vão sendo

ultrapassados. No entanto, não estamos a falar do futuro, é algo que neste preciso momento já acontece. Segundo um estudo da F5 networks, publicado pela Computerworld em Março de 2011, 77% das empresas em cinco mercados europeus já migraram o seu correio electrónico para o modelo da cloud computing. Apetece portanto dizer que para a cloud o futuro começa agora.

Esta dissertação tem como objectivo realizar uma análise detalhada acerca do Cloud Computing apresentando o conceito, as camadas, os modelos, as plataformas existentes e respectivos fornecedores. Para além desses aspectos, pretende-se analisar a situação do cloud computing em Portugal, avaliando o seu grau de maturidade.

Como componente prática deste projecto de mestrado será migrada uma aplicação para o formato cloud, utilizando para o efeito a plataforma da Microsoft, Windows Azure.

O presente trabalho encontra-se, então, dividido nos seguintes capítulo.

Capítulo 1: Onde se realizará uma contextualização do cloud computing, apresentando em linhas genéricas o conceito, as camadas e a sua importância para as organizações. São também indicados os objectivos da dissertação e é definida a estrutura do documento.

Capítulo 2: Consistirá na análise do estado da arte associado ao cloud computing. Aqui será apresentado de uma forma detalhada o conceito de cloud computing, as camadas em que está subdividido, os tipos de cloud existentes, os tipos de serviços existentes na cloud e as principais tecnologias associadas ao conceito. O capítulo termina com a identificação de alguns factores chave para o sucesso da implementação cloud computing nas organizações.

Capítulo 3: Neste capítulo serão identificados os principais players associados às plataformas do cloud computing e analisadas as suas ofertas em termos de características e de custos.

Capítulo 4: Será analisado o estado do cloud computing em Portugal, identificando as principais soluções existentes e o nível de aceitação das mesmas por parte das organizações.

Capítulo 5: Consistirá na análise da plataforma Windows Azure, caracterizando os principais elementos que a compõem apresentando os passos necessários ao desenvolvimento de aplicações para esta plataforma.

Capítulo 5: Neste capítulo será apresentada uma aplicação web num formato on-premise, desenvolvida em ASP.Net com o Visual Studio 2010. Posteriormente serão sucintamente apresentados os passos necessários para a converter numa aplicação para Windows Azure escalável. Finalmente será realizada uma comparação em termos de performance com um sistema de alojamento tradicional.

Capítulo 6: Será realizada uma síntese da dissertação de Mestrado, apresentando conclusões e procurando antever a evolução do Cloud Computing em Portugal e no mundo.

2. CLOUD COMPUTING - ANÁLISE DO ESTADO DA ARTE

2.1 INTRODUÇÃO

Faz parte da nossa natureza sempre que surgem novos conceitos, independentemente da área científica em que se enquadram, tentar sintetizá-los através de uma definição. Essa tentativa não tem nada de errado, contudo, dependendo do grau de complexidade, da abrangência e do nível de maturidade do conceito, a tarefa pode ser mais ou menos complexa.

No que concerne ao cloud computing, esta tentativa não se tem vindo a revelar particularmente fácil, prova disso é o caso do NIST (National Institute of Standards and Technology) onde a definição de cloud computing já foi revista por diversas vezes, datando a última delas de Janeiro de dois mil e onze ¹. Segundo o mesmo, o cloud computing pode ser caracterizado como: “Um modelo que permite um acesso onnipresente à rede de forma a partilhar um conjunto de recursos computacionais configuráveis (por exemplo redes, servidores, armazenamento aplicações ou serviços) que podem ser rapidamente alocados e disponibilizados sem esforço ou sem grande interacção por parte do fornecedor do serviço”. Outra entidade conceituada a este nível é a Gartner, e segundo ela cloud computing ² pode ser caracterizado como “Um modelo de computação em que os recursos de TI's são expansíveis e elásticos, sendo fornecidos como um serviço utilizando as tecnologias da internet”.

Apesar de ambas as definições serem esclarecedoras (embora pessoalmente prefira a da Gartner), devo confessar que na minha opinião, em grande parte das situações apenas se consegue assimilar toda a abrangência de uma definição após uma leitura mais detalhada dos conteúdos associados ao conceito, pelo que nesta situação, sintetizar o conceito de cloud computing em três ou quatro linhas, nunca irá permitir uma plena percepção do mesmo.

Irei começar uma explicação mais detalhada do conceito de cloud computing pela própria expressão, na verdade, trata-se de uma associação ao desenho de rede de computadores quando se pretende representar a internet (desenha-se uma nuvem). Podemos portanto concluir que falar de cloud computing será falar de computação na internet. Existe portanto aqui uma mudança de paradigma, o centro de processamento deixa de ser o nosso computador ou o(s) servidor(es) da nossa empresa e passa a ser a própria internet. Um aspecto importante do cloud computing reside precisamente no facto de se verificar um deslocamento do local de processamento e de armazenamento dos dados [1]. Como iremos ter oportunidade de ver mais à frente, esta alteração irá modificar os hábitos das pessoas, desde utilizadores esporádicos de computadores até programadores, passando pelos sistemas de informação das empresas e de outras organizações.

Pelo que foi anteriormente apresentado podemos concluir que, ao contrário do que inicialmente poderíamos ser levados a pensar, falar de cloud computing não é falar de uma nova tecnologia. Trata-se de algo bem mais abrangente, na verdade estamos perante um novo modelo de computação que promete alterar drasticamente a forma como lidamos com as TI's.

¹ http://csrc.nist.gov/publications/drafts/800-145/Draft-SP-800-145_cloud-definition.pdf

² <http://www.gartner.com/it/page.jsp?id=1035013>

2.2 MODELOS DE COMPUTAÇÃO

Ao longo dos anos temos passado por diversos modelos de computação (ver figura 1), o primeiro assentava na utilização de um mainframe que era acedido por diversos utilizadores e em que esse acesso era realizado com recurso a terminais que não possuíam capacidade de processamento (os designados terminais estúpidos). Posteriormente, com a utilização dos circuitos integrados, tornou-se possível a criação de computadores pessoais que possuíam capacidade de processamento suficiente para satisfazer a necessidade de utilizadores individuais. Dada a necessidade de partilha de informação, seguiu-se um modelo caracterizado pela criação de redes locais que interligava computadores pessoais e servidores. Esse modelo evoluiu para outro em que as diversas redes locais se podiam interligar umas com as outras, criando uma rede global que aumenta exponencialmente as possibilidades de partilha de informação e de recursos. O modelo seguinte designado por grid computing (computação em grelha), tem como objectivo o aumento da capacidade de processamento.

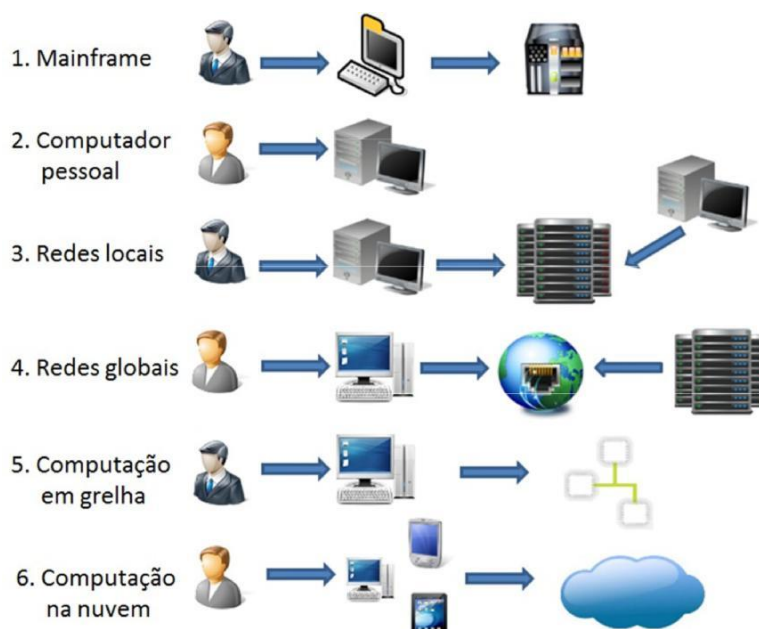


Fig. 1 - Seis modelos de computação [2]

Para o efeito, as tarefas são divididas pelas diversas máquinas que compõem a rede, formando uma espécie de máquina virtual. No último modelo chegamos ao cloud computing onde temos um conjunto de recursos que são fornecidos através da nuvem como um serviço, e acedidos através de um leque cada vez mais alargado de equipamentos (computadores, tablets, smart phones). Os referidos recursos são fornecidos garantindo uma fácil expansibilidade e alta disponibilidade.

Segundo o NIST, as seguintes características fazem parte integrante do cloud computing ³:

- Gestão autónoma das necessidades - O consumidor pode gerir as suas capacidades de computação (capacidade de armazenamento, poder de processamento) de modo a conseguir ajustar os custos com as reais necessidades do momento. Essa gestão é feita unilateralmente, ou seja sem a intervenção do fornecedor do serviço;

³ http://csrc.nist.gov/publications/drafts/800-145/Draft-SP-800-145_cloud-definition.pdf

- Amplo acesso à rede – Os recursos estão disponíveis através da rede e o acesso pode ser realizado através de plataformas heterogéneas (telemóveis, pda's, tablet's, computadores);
- Agregação de recursos – Os recursos do fornecedor de serviços estão agrupados de forma a poder servir vários consumidores através de um modelo multi-cliente, com diferentes recursos físicos e virtuais atribuídos dinamicamente de acordo com o pedido do cliente. É ainda importante referir que normalmente o cliente não tem conhecimento do local exacto onde os recursos se encontram localizados, sendo apenas capaz de os localizar genericamente (país, região, datacenter);
- Elasticidade – Estamos aqui perante uma característica chave do cloud computing [3], consiste na possibilidade de os recursos poderem ser rápida e elasticamente fornecidos. Para o cliente, os recursos disponíveis para contratação parecem ser ilimitados e podem ser subscritos a qualquer altura e em qualquer quantidade;
- Medição do serviço – Desenvolvimento de mecanismos que permitam realizar medições adequadas aos recursos em causa nomeadamente: capacidade de armazenamento, largura de banda, processamento e número de utilizadores.

2.3 CLOUD COMPUTING E SERVIÇOS CLOUD

Ao longo deste capítulo tem sido apresentado o conceito de cloud computing, importa no entanto realçar que muitas pessoas se referem ao cloud computing como a disponibilização online de um conjunto de serviços sejam eles vocacionados para o segmento doméstico ou empresarial, ora nesse caso não estamos a falar de cloud computing mas sim de serviços para a Cloud. Em termos formais importa perceber que aquilo que genericamente apelidamos de nuvem, se divide em duas partes: o cloud computing e os Serviços Cloud⁴.

Tentarei de seguida distinguir um conceito do outro. Pode-se afirmar que os Serviços Cloud são caracterizados como um conjunto de soluções ou produtos fornecidos a clientes sejam eles domésticos ou empresariais. Em termos de atributos eles apresentam as seguintes características:

- Serviço externo – Os serviços cloud são fornecidos por terceiros, não residindo normalmente a solução localmente;
- São acedidos via internet através de browsers – Browsers esses que existem numa lógica multiplataforma;
- Inexistência de conhecimentos técnicos – Dada todas as tarefas de configurações serem realizadas do lado do fornecedor;
- Pagamento baseado no volume de utilização – Disponibilizando para o efeito de um nível de granularidade elevado;

⁴ Mais informações em <http://blogs.idc.com/ie/?p=190>

O cloud computing consiste num modelo de TI que engloba diversas tecnologias e torna possível o desenvolvimento e a entrega dos serviços cloud. Em termos de atributos eles apresentam as seguintes características:

- Disponibilização de infra-estruturas – Incluindo servidores, equipamentos de rede e de armazenamento. Essas infra-estruturas apresentam a particularidade de serem escaláveis em função das necessidades dos utilizadores;
- Disponibilização de aplicativos – Que disponibilizam interfaces baseadas na Web, Web Services através de API's e uma arquitectura do tipo multi-tenant;
- Fornecimento de meios para o desenvolvimento e entrega de aplicações – Garantindo mecanismos de suporte às necessidades de integração na Cloud;
- Redes baseadas no Protocolo IP – De forma a conectar os utilizadores com a cloud e suas infra-estruturas;
- Disponibilização de sistemas de administração – Que suporte de forma rápida e eficiente as necessidades de monitorização e de administração dos recursos com base nos pedidos dos clientes ou de forma automática.

2.4 CAMADAS DO CLOUD COMPUTING

Na sequência do que foi visto nos pontos anteriores, podemos concluir que falar de cloud computing é falar de um modelo de computação fornecido sob a forma de um serviço, serviço esse que pode pertencer a uma de várias possíveis camadas (ver figura 2). A utilização neste contexto de um esquema em pirâmide faz todo o sentido na medida em que uma camada que se encontre num nível superior, assenta numa de nível inferior para a concretização do seu propósito. O que importa compreender é que o modelo não se limita aos três níveis apresentados no início desta dissertação, isso porque o modelo do cloud computing assenta na virtualização dos recursos.

Desta forma, na base da pirâmide temos a camada do hardware. Ao contrário do que se verifica ao nível das infra-estruturas tradicionais, na cloud existe uma nova abordagem relativamente à forma como é encarada a tolerância a falhas⁵. Na cloud a gestão das falhas é feita ao nível do software. Sempre que o mesmo detecta uma falha de um dos equipamentos, esse é substituído por outro que automaticamente se conecta ao sistema. Este processo simplifica significativamente as tarefas de gestão e de administração permitindo, por outro lado, reduzir os custos associados aos equipamentos.

No nível seguinte, o equipamento físico é dividido em máquinas virtuais que são posteriormente agregadas por forma a juntar os recursos individuais num todo. É precisamente essa agregação de recursos que está na base da elasticidade. Sempre que se revela necessário adicionar capacidade a um determinado grupo, são acrescentadas máquinas virtuais ao mesmo, quando essa necessidade já não se faz sentir, as mesmas são removidas. Conhecidos fornecedores a esse nível são, entre outros, a VMware, a Citrix e a Sun Microsystems⁶.

⁵ <http://cloudcomputing.sys-con.com>

⁶ <http://www.computerworld.com.pt/2010/02/02/dez-fabricantes-de-virtualizacao-a-observar-em-2010/>

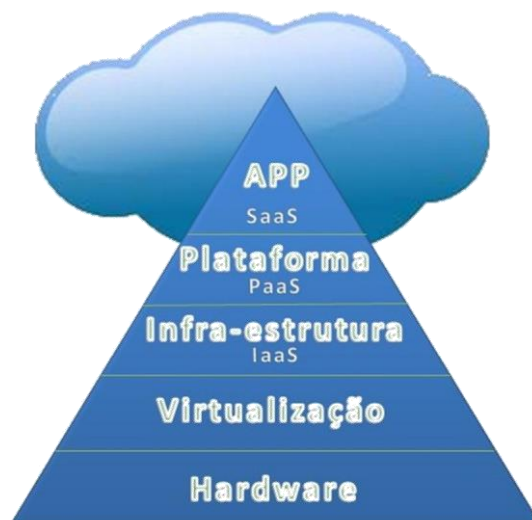


Fig. 2 – Camadas do Cloud computing (adaptado a partir de “The Five Layers within Cloud Computing” <http://cloudcomputing.sys-con.com>)

A camada de infra-estrutura designada como Infrastructure as a Service (IaaS), tem como principal função fornecer o acesso a um conjunto de hardware virtualizado (máquinas, rede e armazenamento), garantindo assim os recursos necessários para as camadas superiores através da disponibilização ao cliente de um portal, ou de API's, para controlar o referido hardware virtualizado, gerindo-o em função das necessidades e dos custos. Desta forma o cliente consegue criar o seu próprio cluster virtual sendo responsável pela gestão de todo o software necessário. Um exemplo de IaaS é o Amazon Elastic Compute Cloud (EC2), ou a plataforma open source Eucalyptus [21].

Na camada seguinte temos o Platform as a Service (PaaS). Consiste em disponibilizar ao cliente do serviço a possibilidade de colocar na infra-estrutura da nuvem aplicações por ele desenvolvidas, utilizando para o efeito linguagens de programação e ferramentas suportadas pelo fornecedor. É de realçar que o cliente do serviço não possui controlo sobre as camadas inferiores da infra-estrutura nomeadamente a rede, servidores ou armazenamento. Apenas possui o controlo sobre a aplicação (que se destina a ser utilizada como SaaS pelo mesmo ou por parte de terceiros) e ferramentas de configuração da mesma.



Fig. 3 – Conceito de PaaS (adaptado a partir de “Platform as a Service” <http://www.zoho.com/creator/paas.html>)

No topo da estrutura temos as aplicações, designadas por Software as a Service (SaaS). Esta é sem dúvida a camada com mais visibilidade, na medida em que é aquela que é utilizada pelo cliente final e que justifica a existência das camadas anteriores[5]. O SaaS toma geralmente a forma de aplicações baseadas na web que permitem aos utilizadores correr as aplicações que anteriormente estavam instaladas posto a posto, ou em servidores da própria organização, remotamente através da cloud, sem necessidade de as instalar ou de adquirir máquinas para isso. Será possível aceder às mesmas através de diversos dispositivos, sejam eles telemóveis, tablet PC's, computadores ou outros. A capacidade de processamento desses dispositivos é pouco relevante na medida em que constituem apenas um mecanismo de acesso ao serviço (o processamento é realizado remotamente). Importa ainda referir que o SaaS apresenta benefícios quer para os clientes quer para os fornecedores do serviço. No caso dos primeiros, é obtido o acesso a um determinado serviço sem a necessidade de realizar avultados investimentos em hardware ou em pessoal especializado, sendo o pagamento do serviço efectuado em função de critérios pré-estabelecidos (números de utilizadores, período de tempo, volume de dados, entre outros). No caso dos segundos, a distribuição e actualização do produto comercializado encontra-se significativamente facilitada, na medida em que apenas é necessário colocá-lo disponível num local para que automaticamente todos os seus clientes lhe possam aceder. Este conceito é designado como multi-tenancy⁷. Esta abordagem também permite ao fornecedor contornar a problemática das cópias ilegais do seu produto, na medida em que deixa de ser necessário instalar software no cliente.

Grande parte das aplicações que há vinte ou trinta anos motivaram a utilização dos computadores pessoais por parte das pessoas ou das empresas, estão neste momento disponibilizadas como SaaS [1]. Dada a sua precocidade, irei mencionar a companhia Salesforce.com constituída em 1999 sob o lema "No software!" que entre outras coisas fornece serviços ao nível de soluções CRM (customer relationship management). Outros exemplos são o Microsoft Office 365⁸ ou o Google Docs⁹.

É importante ter em consideração que a estrutura apresentada não representa um modelo concreto, as camadas acima mencionadas não devem ser vistas de forma rígida na medida em que as fronteiras entre elas são por vezes bastante ténues. Podem inclusive existir diferenças de fornecedor para fornecedor, pensadas numa estratégia de diferenciação relativamente à restante concorrência. Assim, um fornecedor posicionado numa determinada camada pode oferecer serviços que teoricamente se enquadrariam numa camada superior ou inferior.

2.5 TIPOS DE CLOUD

Num período marcado pelas dificuldades económicas e a alta competitividade, a simplicidade do conceito e a boa relação custo benefício, promete tornar o cloud computing bastante atractivo para as empresas. Contudo, e apesar dos benefícios anunciados, a adopção do cloud computing pelas empresas não pode ser encarado de

⁷ <http://blogs.msdn.com/b/cbiyikoglu/archive/2011/03/23/moving-to-multi-tenant-model-made-easy-with-sql-azure-federations.aspx>

⁸ <http://www.microsoft.com/pt-pt/office365/online-software.aspx>

⁹ <http://www.google.com/apps/intl/pt-PT/business/index.html>

ânimo leve, existem questões ao nível da segurança, do desempenho da solução e da própria governança dos sistemas de informação das organizações, que devem ser devidamente acautelados. Enquanto para um utilizador final, ou mesmo uma pequena ou média empresa, será mais fácil adoptar uma solução de cloud computing da Amazon, da Google App engine ou mesmo da Microsoft (que neste momento já suporta IaaS), o mesmo não se pode dizer por exemplo para uma instituição de grande dimensão, que certamente não irá querer que a informação relativa aos seus clientes esteja alojada numa cloud que ela não controla.

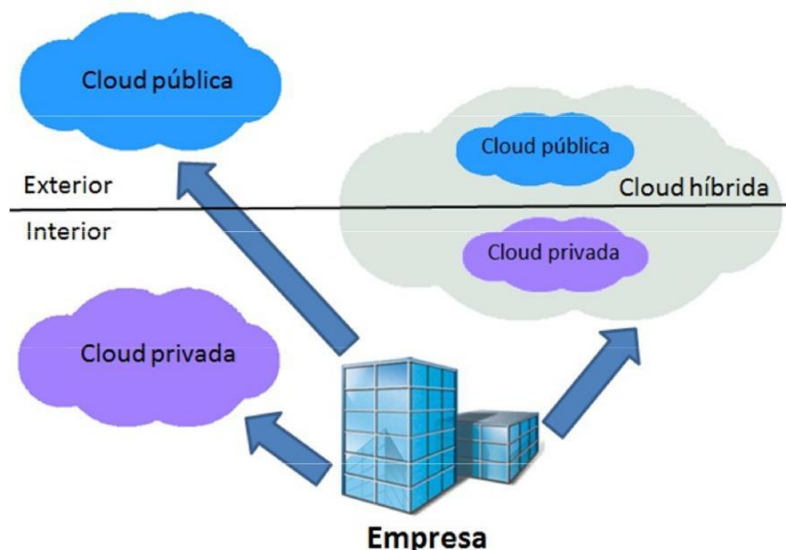


Fig. 4 – Tipos de Cloud [6]

Baseado nos aspectos da sua posse e da sua gestão, a cloud pode assumir três formas diferentes:

- Cloud pública – Trata-se do tipo de cloud computing mais frequente. Através dela estão disponíveis serviços para o público em geral e assenta na filosofia “pay-as-you-go” (pagar pelos recursos consumidos). O acesso ao serviço é realizado através da internet junto de um fornecedor que partilha recursos, de uma forma elástica, com diversos clientes. Os referidos serviços podem assumir diversas formas, desde recursos de processamento ou armazenamento até aplicações. O líder de mercado Amazon EC2, a Google App Engine e o Microsoft Windows Azure são alguns dos mais conhecidos players. Todos eles têm vindo a equipar as suas infra-estruturas com datacenters espalhados por todo o mundo. Questões ligadas à segurança e gestão dos dados levam a que muitas empresas olhem para este tipo de cloud com alguma desconfiança.
- Cloud privada – Neste tipo de abordagem temos um modelo de desenvolvimento onde normalmente grandes organizações com diversas delegações, oferecem serviços cloud através da rede da própria empresa aos seus departamentos e colaboradores, num ambiente controlado, seguro, e com garantias ao nível da qualidade do serviço. Uma cloud privada pode ser construída e gerida pelo departamento de TI de uma empresa ou através de um fornecedor (garantindo no entanto que a cloud é de uso exclusivo do cliente). Embora os benefícios em termos de custos e de expansibilidade não sejam tão evidentes como na cloud

pública, os avanços verificados ao nível da virtualização e da consolidação de servidores tem vindo a permitir ganhos significativos.

	Cloud pública	Cloud privada
Posse da infra-estrutura	Fornecedor da cloud	Empresa
Expansibilidade	Teoricamente ilimitada	Limitada a infra-estrutura existente
Controlo e gestão	Apenas existe acesso ao nível das máquinas virtuais ficando o cliente abstraído do que fica por baixo	Alto nível de controlo que necessita de conhecimentos técnicos elevados
Custos	Custos em função do consumo do serviço	Custos elevados que incluem: armazenamento, arrefecimento, energia e equipamentos
Desempenho	O elevado número de condicionante torna difícil garantir a performance	Performance garantida
Segurança	Preocupações relativamente à segurança	Bastante seguro

Fig. 5 – Comparação Cloud pública / Cloud privada [6]

- Cloud híbrida - Num ambiente híbrido estamos perante a combinação dos dois modelos acima apresentados. Trata-se de uma abordagem de implementação da cloud em que uma determinada empresa pode fornecer alguns serviços e gerir alguns recursos com base numa solução on-premises (dentro das instalações), e recorrer à cloud pública para aceder a serviços que não tenham uma importância crítica para a organização. Existe também o cenário de utilização da cloud pública como forma de obtenção de recursos de processamento adicionais, conseguindo fazer face a situações de picos de solicitações, sem ter de suportar encargos com aquisição de equipamento adicional. Numa situação em que já existam investimentos significativos realizados em recursos informáticos (situação aliás bastante frequente), este modelo pode permitir uma transição faseada para a cloud ao mesmo tempo que se avalia a qualidade da resposta dada pela mesma relativamente aos serviços designados de não críticos.

É de referir que existe literatura em que é identificado um quarto tipo de cloud [7], designada por Cloud comunitária (um exemplo referido é o projecto SETI), contudo a sua existência não é consensual, pelo que não será abordada nesta dissertação.

2.6 TECNOLOGIAS E CONCEITOS ASSOCIADOS A SERVIÇOS NA CLOUD

Todo o alarido que recentemente tem surgido em torno do CC, poderia levar a pensar que estávamos perante uma tecnologia revolucionária, recentemente inventada por um qualquer cientista candidato a prémio Nobel. Nada mais errado, em primeiro lugar não estamos perante uma invenção, mas sim perante um processo contínuo de evolução ao

nível das tecnologias da informação [8], e em segundo lugar, não se trata de uma tecnologia mas sim de um novo paradigma ao nível da computação. Paradigma esse que tira partido de um conjunto de tecnologias já existentes.

- Virtualização – Trata-se de uma tecnologia que apesar de não ser propriamente recente, apresenta imenso potencial e continua em constante evolução. Em termos gerais a virtualização consiste na abstracção da camada de um sistema da camada seguinte [9], por exemplo o armazenamento para um servidor ou o sistema operativo para um aplicativo. Dependendo do sistema que estejamos a virtualizar (dispositivos de armazenamento, servidores, redes ou aplicações) poderemos estar a agregar ou desagregar recursos. Se estivermos a falar de dispositivos de armazenamento, será interessante agregar diversos equipamentos para que a gestão seja feita de modo unificado. Se estivermos a falar da virtualização de um servidor, tipicamente agregamos num único servidor físico vários sistemas virtuais, embora o contrário também se possa verificar.

A virtualização de servidores, pelos benefícios que traz ao nível do aproveitamento das capacidades de processamento subutilizadas, da redução de custos com energia e da simplificação das tarefas relacionadas com a administração dos sistemas, merece um destaque especial. A este nível, soluções de virtualização para plataformas X86 da VMware, Citrix, Novell ou Microsoft permitem taxas de utilização dos servidores na ordem dos 40-60 % em detrimento dos 10-15% nas soluções tradicionais [10]. Ou seja ao virtualizarmos um servidor, estamos a realizar com um equipamento as tarefas de três ou quatro equipamentos não virtualizados. Ao nível da virtualização de servidores, existem três arquitecturas diferentes (ver fig. 6). As principais diferenças residem ao nível do relacionamento entre o VMM (Virtual Machine Monitor) e o hardware. O VMM é a camada responsável pela criação de instâncias isoladas (máquina virtuais) que partilham os mesmos recursos físicos e pela manutenção de um histórico de todas as ocorrências dentro das máquinas virtuais.

A primeira arquitectura (VMM – Tipo 1), de que o Java Virtual Machine é um dos exemplos mais conhecidos, consiste num mecanismo que permite executar uma determinada aplicação de forma independente do sistema operativo e do hardware. Como é evidente esse modelo não serve quando estamos a falar da virtualização de servidores.

Na arquitectura híbrida, o VMM é executado a par de um sistema operativo anfitrião, tomando a forma de um aplicativo que permite a criação de máquinas virtuais. Embora se trate de uma abordagem que consome bastantes recursos (visto existir um sistema operativo anfitrião), revela-se uma boa solução para postos de trabalho (computadores ou portáteis) onde normalmente apenas existe um utilizador. Exemplos dessa arquitectura são o Microsoft Virtual PC ou o VMware Workstation.

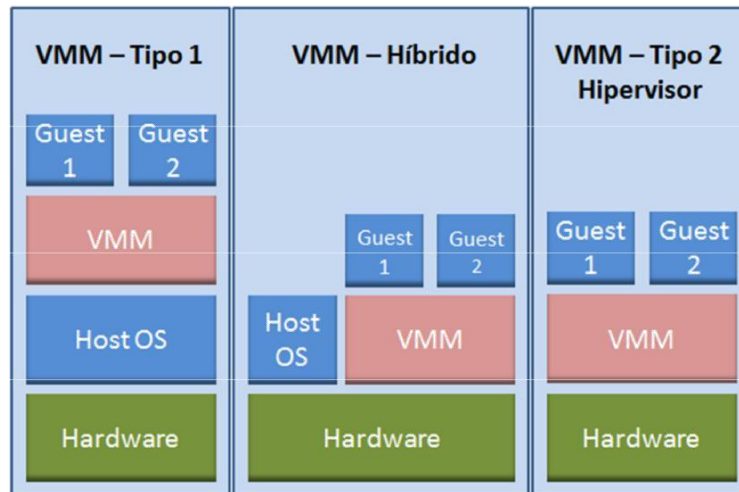


Fig. 6 – Arquitecturas de virtualização (adaptado a partir de “Uma introdução ao Hyper-V no Windows Server 2008” <http://technet.microsoft.com/pt-br/magazine/2008.10.hyperv.aspx>)

Finalmente na última arquitectura (Tipo 2) o VMM é executado directamente em cima do hardware, recebendo a designação de hipervisor. A função do hipervisor consiste na gestão dos diversos sistemas operativos virtuais, fornecendo-lhes os recursos existentes no servidor. Como exemplos desta arquitectura podemos enunciar o VMware ESX, o Citrix XenServer ou o Hyper-V da Microsoft.

- SOA e Web Services – Apesar de não se tratarem de conceitos novos, o Service Oriented Architecture (SOA) e os web services constituem tecnologias base para o desenvolvimento do cloud computing [11]. O SOA consiste numa abordagem de desenvolvimento de software segundo a qual as funcionalidades realizadas pelas aplicações estão disponíveis sob a forma de serviços. Esses serviços assumem a forma de componentes reutilizáveis e independentes, sendo organizados de uma forma coerente com vista à realização de um processo de negócio. Consequentemente, alterações no processo de negócio serão mais facilmente implementáveis, bastando para tal adicionar ou substituir serviços [12].

Depois desta breve explicação, importa perceber de que forma o SOA pode potenciar o cloud computing. Na verdade, com a crescente adopção, por parte das empresas, de soluções baseadas em SaaS (por exemplo CRM's ou ERP's), surgem desafios que necessitam ser correctamente tratados, nomeadamente a necessidade de integrar essas aplicações com as aplicações que residem no interior das organizações, e a dependência entre os processos de negócio da organização e os serviços utilizados a partir da cloud [13]. Será na resposta a essas dificuldades que o SOA, se poderá vir a revelar importante para implementações na cloud bem sucedidas.

- Web 2.0 – O conceito associado à web 2.0 alterou a forma como utilizamos a internet, passamos de uma situação em que acedíamos a conteúdos, para outra em que acedemos a aplicações e colaboramos com outros internautas. Os exemplos actualmente mais conhecidos são o Facebook, o Twitter, o Youtube ou a wikipedia. A web 2.0 tem associada a si um conjunto de tecnologias e de

conceitos que a sustentam [14] nomeadamente: Rich Internet Applications (RIA), Mashups, Ajax, RSS entre outros. Existe uma certa inter-relação entre a Web 2.0 e o cloud computing, tal é facilmente observável se pensarmos que grande parte dos dados e das aplicações associadas à Web 2.0 estão armazenados remotamente na cloud.

- Computação como utilitário – Apesar de muita gente apenas a ter descoberto com o surgimento do cloud computing, a ideia da computação como utilitário ou utility computing é bastante mais antiga, remontando à década de sessenta do século passado. Contudo, a sua implementação prática apenas se tornou viável com o surgimento da internet e com larguras de banda que permitissem suportar este modelo.

O que está em causa é a criação de um modelo de negócio que permite a utilização de serviços sob a lógica pay-as-you-go, por outras palavras enquanto o IaaS, PaaS ou SaaS podem ser caracterizados como modelos de entrega de recursos, a computação como utilitário consiste na empacotação desse mesmo conjunto de recursos computacionais e na sua disponibilização ao cliente recorrendo a uma espécie de contador, semelhante ao que existe nos serviços públicos de água, gás ou electricidade.



Fig. 7 – Computação como utilitário (adaptado a partir de “A View of Cloud Computing” [18])

Assim, quando uma cloud é disponibilizada ao público à luz deste modelo, estamos a falar de cloud pública, e o serviço que está a ser vendido designa-se por computação como utilitário[18]. A título de exemplo a Amazon Web Services, o Google AppEngine, e o Microsoft Windows Azure enquadram-se neste modelo.

2.7 ASPECTOS A CONSIDERAR

Apesar de todas as vantagens associadas ao cloud computing existem no entanto questões que de uma forma mais ou menos relevante condicionam a sua adopção ao nível das organizações.

SEGURANÇA

O aparecimento do cloud computing levanta uma questão de fundo: Qual das filosofias garante uma maior segurança dos dados da organização? A abordagem tradicional em que os dados se encontram na própria organização, mas onde em muitos casos escasseiam os recursos qualificados para realizar uma correcta manutenção dos mesmos, ou na cloud onde os dados se encontram alojados remotamente, administrados por empresas especializadas. A resposta a esta pergunta não é evidente, e varia de caso para caso. Contudo, e apesar de uma certa sensação de perda de controlo (que muitas vezes desagrada aos administradores), para empresas de pequena e média dimensão, a cloud pública pode em muitos casos tornar-se uma alternativa viável. Para o efeito basta pensar que as empresas fornecedoras deste tipo de serviço competem não apenas em função do preço mas também em função da qualidade do serviço prestado[15].

Segundo um estudo levado a cabo pela InformationWeek em 2010[16], num universo de 518 profissionais ligados às tecnologias da informação, as preocupações relacionadas com a segurança encabeçam a lista de motivos para a não migração para o cloud computing. Não podemos afirmar que estas preocupações estejam desprovidas de fundamentos, basta por exemplo recordar que em 21 de Abril de 2011, o que a Amazon reportou no relatório “post mortem” como sendo uma falha humana, terá estado na origem de problemas com o seu serviço EC2, dificultando ou mesmo impossibilitando o acesso aos sites de muitos dos seus clientes por diversas horas¹⁰. A meu ver, as ilações a retirar deste episódio passam por assumir-se que, por muito fiável que o fornecedor do serviço possa ser, isso não nos retira a responsabilidade de procurarmos evitar a paralisação dos nossos serviços em caso de falha temporária do fornecedor.

A indisponibilidade do serviço é apenas um dos aspectos a ter em consideração, questões como o aprisionamento dos dados junto de um fornecedor (que pode ter consequências desastrosas se por exemplo essa empresa falir), a confidencialidade e auditabilidade dos dados (associado a aspectos ligados à virtualização dos equipamentos), questões relacionadas com a transferência de grandes volume de dados através da internet, são entre outros, aspectos que merecem toda a atenção antes de decidirmos dar o salto para a cloud. Assim, uma escolha acertada do fornecedor do serviço pode ser a diferença entre o sucesso ou o fracasso da adopção da cloud por parte de uma organização. Como é evidente o custo do serviço não pode ser o único aspecto a ter em consideração. Normalmente, e com o intuito dar confiança aos potenciais clientes, as empresas apresentam o denominado SLA (Service Level Agreement) que no fundo constitui uma apresentação das características e garantias do serviço fornecido pela entidade. Esta ferramenta constitui sem dúvida um bom mecanismo de comparação para apoiar o processo de selecção de um fornecedor de serviço.

¹⁰ http://money.cnn.com/2011/04/21/technology/amazon_server_outage/index.htm

Ainda dentro das questões associadas à segurança na cloud, é de referir que existem neste momento organizações que desenvolveram e desenvolvem trabalhos meritórios nesta área. Uma delas é, sem dúvida, a CSA (Cloud Security Alliance) que, entre outras coisas, publicou um documento onde apresenta as sete principais ameaças à segurança para a cloud. Para uma análise mais detalhada dos riscos anteriormente apresentados, recomenda-se a leitura do referido documento.

STANDARDS

O cloud computing foi desenvolvido com base na interligação de diversas tecnologias, algumas delas possuindo os seus próprios standards. O caso mais evidente será ao nível da internet onde o TCP/IP se assume como um padrão incontestado, contudo, à medida que vamos entrando nas questões de gestão e de configuração, o cenário começa a mudar de figura[19].

A existência de standards para a cloud constitui um factor de credibilização e de maturidade. Contudo, como teremos oportunidade de verificar, está longe de constituir uma solução para todos os problemas. A questão da necessidade de adoptar standards encontra-se intimamente ligada aos aspectos relacionados com a segurança abordados anteriormente. Se forem adoptados standards que garantam que o comportamento do fornecedor é observável, que os mecanismos para medir a performance são claros e que os procedimentos relativos à manutenção da integridade da informação ou à realização de backup's estão devidamente tipificados. Podemos afirmar que a sua utilização(em conjugação com um bom contrato), permite mitigar riscos associados a posições abusivas por parte de fornecedores de serviços. Nomeadamente ao nível de renegociações oportunistas de preços ou ao acesso a informação confidencial[17].

Ao nível do cloud computing, o ideal seria a existência de um grau de interoperabilidade que possibilitasse por exemplo a contratação de uma solução SaaS que pudesse ser colocada sobre qualquer plataforma fosse ela da Amazon, da Google ou de outra entidade. Infelizmente, esse nível de interoperabilidade é muitas vezes difícil de atingir, em grande parte devido à criação de entraves por parte dos fornecedores de forma a dificultarem a migração para outras plataformas (isso é conseguido por exemplo através da utilização de tipos de dados proprietários). Esses entraves serão tanto mais visíveis quanto menos standard for a plataforma utilizada.

INTEGRAÇÃO DE APLICAÇÕES

Apesar de as questões de segurança serem muitas vezes referidas como um dos principais entraves à massificação do CC, com o passar do tempo esses receios (tal como aconteceu aquando do surgimento da internet) tem vindo a esbater-se. Actualmente, um dos principais aspectos que poderá condicionar a migração parcial ou total (essa última menos frequente) dos sistemas de informação de uma organização para a cloud, estará sem dúvida relacionada com receios ao nível da integração dos dados e aplicações.

Como já foi referido anteriormente, falar de SaaS é falar de um novo modelo de conceber e distribuir software. Segundo o IDC, as aplicações SaaS caracterizam-se pelos seguintes aspectos ¹¹:

- Acesso remoto ao software através da utilização de um browser;
- Arquitectura multi-tenant, o que possibilita que o software seja acedido por todos os clientes a partir do mesmo local, o que permite inúmeras vantagens ao nível da manutenção do sistema e da sua disponibilização aos clientes.
- Eliminação da necessidade de downloads para a realização de actualizações ao software.

Na generalidade dos casos uma empresa que pretenda usufruir dos benefícios associados ao SaaS, irá proceder através de uma migração parcial, começando por áreas não críticas para a organização. Desta forma é bastante provável que alguns aplicativos continuem no formato on-premise por muito tempo. Tal situação gera uma necessidade de integração entre os sistemas em SaaS e as soluções instaladas localmente. Paralelamente, e com a massificação do Software as a Service, também surge a necessidade de integrar sistemas entre vários fornecedores de SaaS.

No sentido de garantir integrações bem sucedidas que não obriguem o cliente a incorrer em custos que ponham em causa a viabilidade da adopção do SaaS, deverão ser adoptadas ferramentas de integração elas também baseadas em SaaS. As questões associadas à integração devem ser encaradas como um dos aspectos a ter em consideração no momento de escolher o fornecedor SaaS, devendo no momento da negociação indagar-se o fornecedor relativamente à existência de API's (Application Programming Interface) que permitam facilitar o processo de integração, privilegiando soluções automática em detrimento de desenvolvimentos à medida[20] e soluções que se baseiem no recurso aos web services e ao SOA (ficando assim garantida a utilização de standards que irão facilitar o processo de integração).

2.8 NOTAS FINAIS

Como tivemos oportunidade de verificar o conceito associado ao cloud computing é algo genérico, na medida em que engloba uma diversidade de serviços, desde o IaaS na sua base, passando pelo PaaS como um serviço que possibilita o desenvolvimento de aplicações para a cloud, até ao SaaS que permite a substituição das actuais aplicações on-premise.

Para as organizações que pretendem migrar para a cloud importa perceber que o cloud computing não constitui uma panaceia para a resolução de todos os seus problemas. De facto, essa migração obriga a uma análise da própria organização e a uma selecção cuidada do tipo de serviço que melhor se enquadra e satisfaz as suas necessidades específicas. Adicionalmente importa também definir que aplicações serão migradas, e qual a sequência a seguir.

¹¹ http://csrc.nist.gov/publications/drafts/800-145/Draft-SP-800-145_cloud-definition.pdf

3. PRINCIPAIS FORNECEDORES CLOUD

3.1 INTRODUÇÃO

A consolidação do cloud computing como a tecnologia estratégica de topo pelo segundo ano consecutivo (ver Fig. 8) vem atestar a preponderância desse paradigma.



Fig. 8 – Lista das 10 principais tecnologias no ano de 2010 e 2011 segundo a Gartner

Os movimentos de migração para a cloud estão em marcha, contudo, no momento de escolher o fornecedor de serviço as organizações apercebem-se que estão perante uma decisão que poderá hipotecar o sucesso da iniciativa. Questões como a segurança, a fiabilidade, a disponibilidade e a liberdade de mudança devem ser devidamente acauteladas.

Em termos genéricos consideramos a cloud como um sistema através do qual são fornecidos recursos de TI sob a forma de um serviço. Como vimos no ponto anterior esses recursos diferem em função da camada da cloud que estamos a abordar (ver Fig. 9).

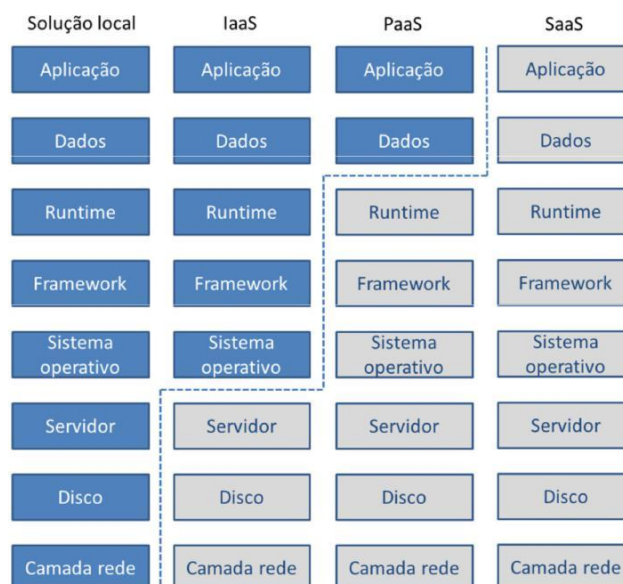


Fig. 9 – Serviços incluídos pelo fornecedor nos diversos níveis

Com base neste aspecto serão apresentados e analisados os principais fornecedores de soluções para cada uma das principais camadas que compõem o cloud computing (IaaS, PaaS e SaaS).

3.2 INFRA-ESTRUTURA COMO SERVIÇO

Nesta camada os serviços disponibilizados destinam-se a possibilitar ao cliente evitar adquirir e manter toda uma infra-estrutura de equipamentos informáticos destinados a suportar o funcionamento do seu negócio. Em vez disso o cliente contrata essa infra-estrutura junto de uma empresa especializada. A referida infra-estrutura divide-se em duas partes principais (primeira):

- Computação como um serviço (CaaS) – Consiste no aluguer à hora de servidores virtualizados. Para o efeito é tida em consideração as capacidades de processamento e a memória RAM utilizada.
- Dados como um serviço (DaaS) – Consiste na disponibilização de capacidade de armazenamento de dados. Aqui a cobrança é feita em GBytes em função do volume utilizado e do volume transferido.

Serão de seguida analisados alguns dos principais fornecedores IaaS a nível mundial, nomeadamente a Amazon, a GoGrid e a Rackspace.

AMAZON ELASTIC COMPUTE CLOUD (EC2)

Pertencente à vasta família da Amazon Web Services (AWS), o Amazon Elastic Cloud Computing (EC2) constitui sem dúvida um dos principais elementos do sistema AWS. Foi disponibilizado em Agosto de 2006 ainda como versão Beta e após o desenvolvimento de diversas funcionalidades, começou em Outubro de 2008 a funcionar em pleno.

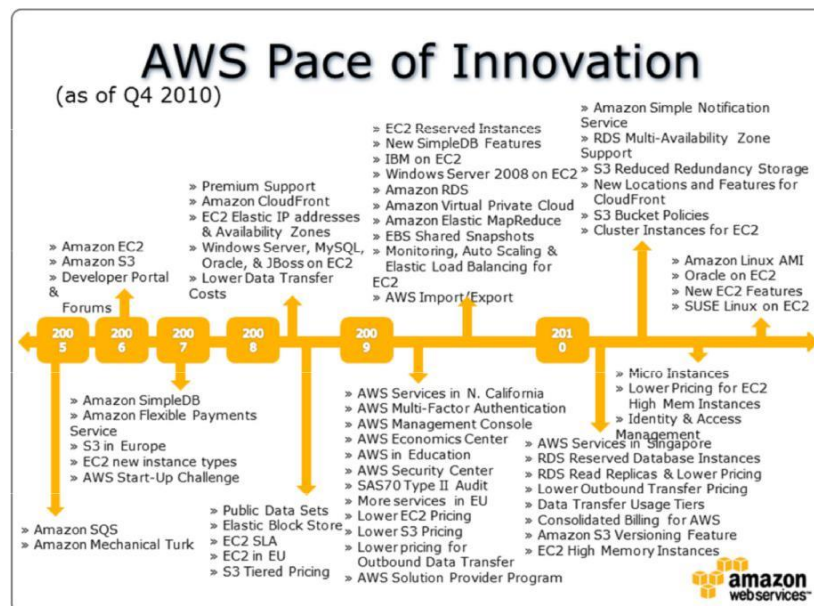


Fig. 10 – Lista de serviços e funcionalidades da Amazon AWS [22]

O EC2 constitui um ambiente computacional elástico onde são suportados diversos sistemas operativos através de instâncias de imagens virtuais do tipo XEN (sistema de virtualização open-source). Ao nível da Amazon essas imagens virtuais recebem a designação de Amazon Machine Image (AMI), podendo ser associadas a recursos computacionais (instâncias) das seguintes categorias (Junho 2011):

- Instância Standard – Adequada para a maioria das aplicações e subdividida nas categorias pequena, larga e extralarga.

Instância	Memória	Unidades Computacionais EC2 ⁽¹⁾	Armazenamento da instância (GB)	Preços (EU - Irlanda)		Nome
	(GB)			Linux/Unix	Windows	API
Pequena	1,7 GB	1	160 GB	\$0.041 hora	\$0.065 hora	m1.small
Larga	7,5 GB	4	850 GB	\$0.156 hora	\$0.261 hora	m1.large
Extra Larga	15 GB	8	1690 GB	\$0.307 hora	\$0.515 hora	m1.xlarge

- Micro instância – Adequado para aplicações ou websites normalmente pouco exigentes em termos de recursos, mas que pontualmente necessitem de alguma capacidade de processamento.

Instância	Memória	Unidades Computacionais EC2	Armazenamento da instância (GB)	Preços (EU - Irlanda)		Nome
				Linux/Unix	Windows	API
Micro	613 MB	Acima de 2 (por curtos períodos)	Apenas EBS	\$0.01 hora	\$0.016 hora	t1.micro

- Instância de memória elevada – Aconselhável para situações onde existam elevados consumos de memória (ex: bases de dados)

Instância	Memória	Unidades Computacionais EC2 ⁽¹⁾	Armazenamento da instância (GB)	Preços (EU - Irlanda)		Nome
	(GB)			Linux/Unix	Windows	API
Extra large	17,1 GB	6,5	420 GB	\$0.232 hora	\$0.327 hora	m2.xlarge
Double Extra large	34,2 GB	13	850 GB	\$0.532 hora	\$0.704 hora	m2.2xlarge
Quadruple Extra large	68,4 GB	26	1690 GB	\$1.064 hora	\$1.403 hora	m2.4xlarge

- Instância de processamento elevado – Aconselhável para situações onde existam mais necessidades de capacidade de processamento do que de memória. Trata-se portanto de uma solução acertada para aplicações de computação intensiva (ex: aplicações meteorológicas)

Instância	Memória	Unidades Computacionais EC2 ⁽¹⁾	Armazenamento da instância (GB)	Preços (EU - Irlanda)		Nome
	(GB)			Linux/Unix	Windows	API
Média	1,7 GB	5 (2 virtual cores com 2,5 EC2 cada)	350 GB	\$0.077 hora	\$0.166 hora	c1.medium
Extra large	34,2 GB	13	850 GB	\$0.31 hora	\$0.662 hora	c1.xlarge

- Actualmente existem ainda 2 soluções para alto desempenho denominadas de Cluster Compute Instance e Cluster GPU Instance. Estas instâncias caracterizam-se por utilizar unidades computacionais que recorrem a processadores Xeon quad-core “Nehalem”, ligações Ethernet de 10 Gigabit (o que garante um desempenho de I/O bastante elevado) e no caso da última ainda são disponibilizados capacidades apreciáveis ao nível do processamento gráfico. É contudo de realçar que na altura

da redacção do presente documento essas soluções não se encontravam disponíveis para a região da EU (o que pode condicionar a sua escolha).

Actualmente, características como o elevado nível de granularidade permitido (os ajustes podem ser realizados à hora), a possibilidade de alojamento em diversas regiões, a disponibilização da ligação através de VPN às infra-estruturas existentes nos clientes e a monitorização do serviço disponibilizado (através do Amazon CloudWatch), tornam o Amazon EC2 uma referência mundial ao nível de IaaS.

GOGRID

Trata-se de uma empresa fundada em 2002 que iniciou a sua actividade fornecendo soluções para o alojamento na internet. Em Março de 2008 a empresa avançou com uma das primeiras soluções ao nível de IaaS.

Existem algumas semelhanças entre a oferta da GoGrid e a da Amazon, ambas utilizam instâncias de imagens virtuais do tipo XEN, ambas disponibilizam soluções para Linux e para Windows. Convém contudo ter presente que a GoGrid (apesar de ser um dos principais players ao nível de IaaS) não possui em termos de infra-estruturas a dimensão da Amazon, basta observar que no momento da redacção deste documento apenas estão disponíveis 2 zonas geográficas distintas (e ambas nos Estados Unidos). Adicionalmente e face à oferta da Amazon é possível verificar que no que concerne aos servidores a oferta apesar de mais fácil de configurar é também mais limitada. Assim, temos “cores” com uma frequência de relógio unitária de aproximadamente 2Ghz, e o número dos mesmos depende do volume de memória contratada (com 2 GB de RAM obtemos acesso a 2 cores, com 4GB obteremos 4 cores). Ainda relativamente aos servidores e ao contrário do que acontece com o EC2, não é possível desligar um servidor virtual (com vista a parar o consumo), para o efeito a única possibilidade consiste em remover o servidor.



Fig. 11 – Configuração de Servidores através de consola no GoGrid [23]

Existem contudo aspectos em relação aos quais a oferta da GoGrid supera a da Amazon, os principais são:

- Modelo híbrido – Consiste em permitir a utilização de servidores dedicados combinando-os com servidores cloud. Trata-se de uma característica importante se tivermos em consideração que determinadas aplicações não estão preparadas para ambientes multi-tenant, e que, por exemplo, as bases de dados funcionam de

forma mais eficaz em servidores dedicados (onde não é necessário competir por recursos de I/O);

- Múltiplos IP's públicos por servidor – Ao contrário do que acontece com a Amazon, actualmente a GoGrid disponibiliza um total de 16 IP's públicos por servidores, o que se torna bastante útil no caso de correr no mesmo servidor, vários sites com domínio principal diferente (www.empresa1.com, www.empresa2.com, ...);
- Assistência personalizada – A GoGrid para além de fornecer um SLA com 100% de uptime disponibiliza aos seus clientes suporte personalizado 24h por dia 7 dias por semana, tal situação pode constituir um factor diferenciador no momento de escolha do fornecedor de serviço.

Relativamente aos preços praticados, o cliente tem ao seu dispor dois planos principais, uma solução do tipo pay as you go e outra baseada num plano mensal. A GoGrid cobra com base no conceito de horas RAM, a título de exemplo um servidor com 1GB de memória RAM consumirá aproximadamente 720 horas RAM num mês (1*24*30). Um aspecto relevante é o facto de as licenças de Windows Server ou de Red Hat Enterprise Linux já estarem incluídas (o mesmo não acontece com o SQL Server) e de ser disponibilizado um total de 10 GB de armazenamento gratuito [24].

Relativamente à escolha do plano mais acertado a mesma depende do tipo de ligação que pretendemos estabelecer com a empresa. Em ligações de carácter mais duradouro (superiores a um ano) será aconselhável utilizar um plano mensal na medida em que apesar de existir um pagamento mensal, o custo hora acaba por ser compensador. O referido plano divide-se ainda nas linhas professional, business, corporate e enterprise (consultar a página da GoGrid¹² para mais detalhes).

RACKSPACE

Fundada em 1996 no Texas, a Rackspace começou por oferecer serviços ligados ao alojamento web. Foi em Março de 2006 que surgiu o Rackspace Cloud, na altura designado Mosso. Actualmente a empresa também fornece serviços de armazenamento (Cloud Files) e de balanceamento de carga (Cloud LoadBalancers).

Tal como os fornecedores anteriormente analisados, a Rackspace disponibiliza instâncias de imagens virtuais do tipo XEN para ambientes Windows e Linux. Permite também a construção de arquitecturas e soluções de Cloud Computing híbridas.

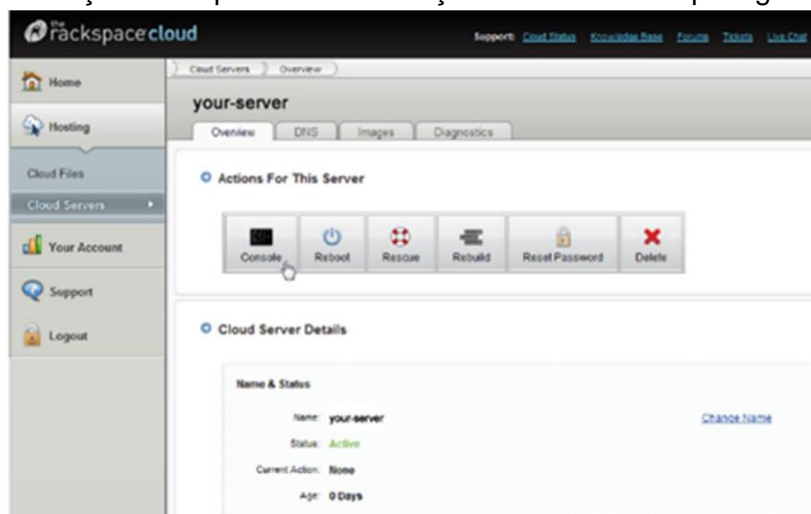


Fig. 12 – Administração modo consola Rackspace Cloud [25]

¹² <http://www.gogrid.com/>

Um dos principais pontos fortes da empresa assenta na excelência do relacionamento com os seus clientes quer em termos de assistência técnica quer em termos comerciais, sendo a este nível considerada uma referência [26]. Outra característica importante prende-se com as investidas que a empresa tem realizado no campo do open source. Para o efeito, a Rackspace tem vindo a colaborar com a Nasa através do projecto OpenSatck. Com esta iniciativa, a Rackspace pretende criar uma comunidade em torno da sua cloud que potencia o crescimento da utilização da mesma, para além disso é disponibilizada uma API adicional à sua, compatível com a da Amazon, aumentando desta forma a interoperabilidade. Em termos menos positivos, é de referir que a Rackspace se encontra optimizada para aplicações do tipo web-centric, não dando uma resposta tão eficaz em aplicações empresariais tradicionais (tipo ERP's)[26].

Os preços são praticados por servidor numa lógica pay as you go, estando também dependentes das seguintes características [27]:

- Combinação memória/espço disponibilizado por servidor – O valor mínimo é de 256 MB de RAM e 10GB de espaço em disco, podendo no máximo atingir os 16 GB de RAM e os 620 GB de espaço em disco. É importante realçar que se optarmos por um ambiente Windows em detrimento de Linux as características mínimas seleccionáveis passam para 1GB de RAM e 40 GB de disco.
- Utilização do serviço Managed service level: Consiste num incremento do serviço prestado que inclui a monitorização de portas e IP's com alertas a serem enviados à equipa de manutenção, suporte ao sistema operativo e aplicações responsabilizando-se pela realização de actualizações.
- Volumes de dados movimentados – Valor expresso em GB correspondente ao volume de dados recebidos e enviados.

A escolha da Rackspace pode constituir uma solução interessante nos casos em que se pretenda que a gestão da plataforma seja gerida automaticamente e se dê muita importância a questões de assistência técnica permanente [26].

3.3 PLATAFORMA COMO SERVIÇO

Nesta camada é fornecido um ambiente sobre o qual as aplicações que pretendemos utilizar podem correr. Esse ambiente encontra-se abstraído dos recursos computacionais (memória, processador, e disco), cuja gestão é realizada pelo fornecedor e inclui uma plataforma de programação a qual os utilizadores podem recorrer para desenvolver aplicações. Para o efeito é disponibilizado um determinado número de linguagens de programação e um conjunto de API's.

A semelhança do que aconteceu no ponto anterior, serão analisados os três principais players a nível de PaaS, nomeadamente a Google App Engine, o Microsoft Azure e a Force.com

GOOGLE APP ENGINE

O Google App Engine (GAE) disponibiliza uma infra-estrutura que permite desenvolver, correr e escalar uma determinada aplicação. Para o efeito são disponibilizados kits de desenvolvimentos (SDK's) em Java, Python e mais recentemente GO (linguagem de programação criada pela própria Google em formato de código aberto), esses SDK's estão disponíveis para ambiente Windows, Mac OS X ou Linux. No caso de optar pelo Java, o programador poderá utilizar o plug-in disponibilizado pela Google para o Eclipse (ambiente de desenvolvimento ou IDE). Adicionalmente são fornecidas um conjunto de API's que permitem o acesso a serviços do Google (por exemplo envio de email's ou o tratamento de imagens). Sendo sem dúvidas funcionalidades interessantes para os programadores, não convém no entanto esquecer que a utilização das mesmas dificultará a portabilidade da aplicação para outros sistemas devido a enorme dependência da infra-estrutura Google.

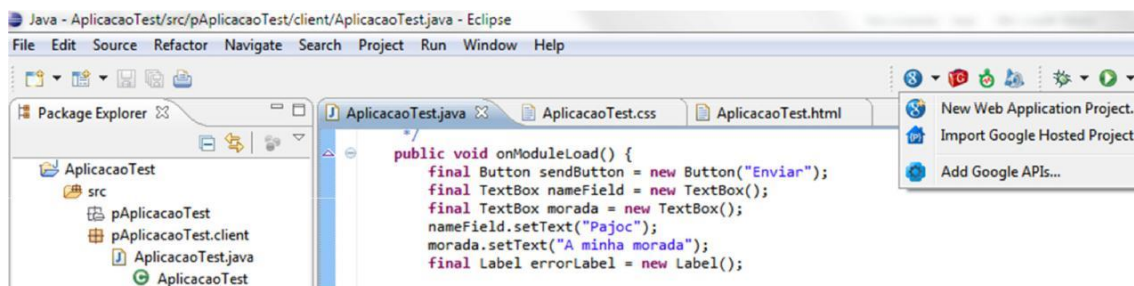


Fig. 13 – IDE Eclipse com plug-in para Google App engine

Uma característica interessante do GAE consiste na utilização de sandboxes. Trata-se de um mecanismo através do qual os aplicativos apenas conseguem aceder ao sistema operativo de uma forma limitada e apenas conseguem consumir uma determinada quantidade de memória e uma determinada capacidade de processamento do servidor. Tal facto torna possível que o App Engine consiga correr várias aplicações no mesmo servidor sem que o desempenho de uma delas afecte as restantes.

O App Engine é composto por três partes principais:

- O runtime environment – Independentemente do ambiente aplicacional utilizado (Java, Python ou GO) o modelo seguido é o mesmo: um pedido é encaminhado para um servidor de aplicações, a aplicação é iniciada no servidor (caso não esteja já em memória) de forma a responder ao pedido efectuado, a resposta é posteriormente enviada ao cliente.

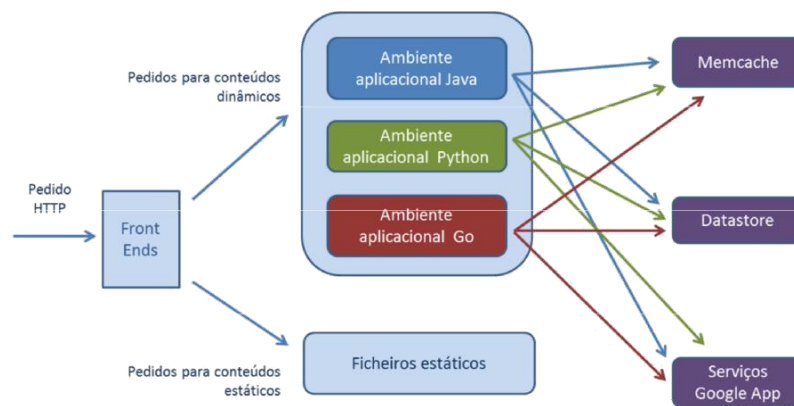


Fig. 14 – Arquitectura do Google App engine [21]

Cada um dos ambientes corre o seu próprio interpretador tendo em conta as restrições (sandboxes) anteriormente referidas. Qualquer tentativa para utilizar recursos da linguagem de programação que necessitem de acessos ao exterior da sandbox, irão gerar uma excepção (erro) [30].

- O datastore – Uma das principais necessidades da esmagadora maioria das aplicações web, prende-se com a necessidade de registar e aceder a dados. Para o efeito a abordagem mais tradicional recorre à utilização de bases de dados relacionais. Contudo, e com o argumento de tal sistema perturbar a escalabilidade das aplicações (ao nível das instruções join), a Google optou pela utilização de uma tecnologia por eles desenvolvida denominada BigTable. Trata-se de um sistema de armazenamento distribuído com vista à gestão dados estruturados desenhado para ser altamente escalável. O datastore suporta transacções e utiliza controlo de concorrência optimista.
- Os serviços de escalabilidade – Todas as necessidades de escalabilidade são geridas através de um sistema externo ao ambiente aplicacional, invocado através de uma API.

Ao nível dos preços praticados a Google tem apresentado tarifários bastante competitivos¹³. Contudo, é importante ter em consideração as alterações introduzidas no início de 2011¹⁴. Apesar de continuar a existir um tarifário gratuito, o que sem dúvida constitui uma alternativa muito interessante para quem pretenda disponibilizar aplicações que consumam poucos recursos, pode dizer-se que a Google reduziu significativamente a abrangência desse tarifário. Essa redução consiste em dois aspectos principais:

- Alteração do conceito de horas de CPU – Passou a ser adoptado o conceito utilizado pela maior parte dos concorrentes da Google segundo o qual se tem em consideração horas reais em que a aplicação está disponível e não horas efectivas de utilização do CPU.
- Fim da escalabilidade gratuita – Neste momento o tarifário gratuito apenas inclui 24 horas de CPU, quer isso dizer que caso surja a necessidade de escalabilidade (utilizando por exemplo mais 1 CPU) esse valor será ultrapassado e passaremos a sair do plano gratuito.

¹³ <http://code.google.com/intl/pt-PT/appengine/docs/billing.html>

¹⁴ http://www.google.com/enterprise/appengine/appengine_pricing.html

A nível de aplicações com maiores necessidades de recursos computacionais, essas alterações são contudo pouco significativas, sendo de realçar que passa a ser disponibilizada SLA e suporte operacional (esse apenas para o plano Premium).

WINDOWS AZURE

O Windows Azure pode ser caracterizado como um dos principais pilares da Microsoft na resposta aos desafios e oportunidades colocados pelo cloud computing. Os principais clientes da plataforma poderão ser empresas de desenvolvimento de software (ISV's) ou mesmo programadores independentes que utilizem ferramentas e linguagens de programação da própria Microsoft (embora também seja disponibilizada a possibilidade de recorrer a linguagens de programação externas como o PHP ou Java). Conseguir capitalizar os conhecimentos e o código desenvolvido em aplicações on-premise é aliás uma das grandes vantagens do Azure.

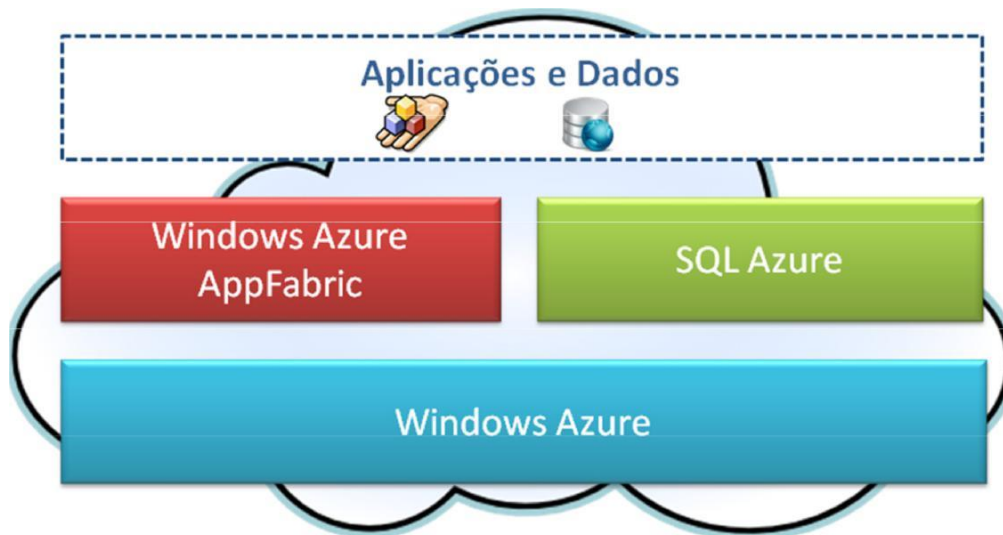


Fig. 15 – Plataforma Windows Azure

Em termos de componentes, a plataforma subdivide-se em três partes principais[28]:

- Windows Azure – Este componente pode ser visto como um sistema operativo para a nuvem que permite correr aplicações baseadas em Windows. À semelhança de outros sistemas operativos, o WA permite criar uma abstracção em relação aos componentes físicos (hardware), a diferença está no facto de ao contrário do que acontece em sistemas operativos tradicionais, essa abstracção não envolve apenas uma máquina mas sim um conjunto de servidores. A principal função deste componente consiste na disponibilização de capacidades de armazenamento e de computação de uma forma escalável e elástica garantindo também alta disponibilidade. Adicionalmente o Windows Azure permite ainda estabelecer redes virtuais com máquinas locais que se encontram nas organizações. Esta solução permite por exemplo colocar uma aplicação no Windows Azure e manter a base de dados de suporte nas instalações da empresa, o que poderá pelo menos numa primeira fase, consistir num factor tranquilizador [31].
- SQL Azure – Consiste na visão da Microsoft para o armazenamento de dados. Trata-se de um sistema gestor de bases de dados relacional em tudo semelhante

ao SQL Server 2008 R2. Contudo, existem em relação a essa versão algumas limitações, nomeadamente ao nível das edições disponibilizada. No SQL Azure apenas existem as edições Web Edition e Business Edition, as diferenças entre elas prendem-se essencialmente com a o volume de dados que pode ser gerido e o custo associado às mesmas (na Business Edition existe adicionalmente sistemas de reporting e sincronização de dados).

- Windows Azure AppFabric – Consiste num conjunto de serviços de infra-estrutura baseados na cloud que permitem o funcionamento dos aplicativos. Inclui serviços ao nível do controlo de acessos, mecanismos de federação e caching. Esses serviços são corridos de uma forma automatizada sem a intervenção e a percepção do cliente.

Para além dos três componentes apresentados, poderemos ainda adicionar um quarto, o Windows Azure Marketplace[32] (embora a meu ver não pertença ao núcleo duro da plataforma). Consiste num serviço online que permite a programadores ou a empresas comercializarem as suas aplicações.

Actualmente a capacidade computacional existente no Windows Azure encontra-se agrupada em cinco configurações possíveis, cabendo ao cliente escolher a que melhor se adequa às suas necessidades.

Configurações	Processador	Memória	Armazenamento	Performance de I/O	Custo hora
Extra Small	1.0 GHz	768 MB	20 GB	Baixa	\$ 0.05
Small	1.6 GHz	1.75 GB	225 GB	Média	\$ 0.12
Medium	2 X 1.6 GHz	3.5 GB	490 GB	Alta	\$ 0.24
Large	4 X 1.6 GHz	7 GB	≈ 1 TB	Alta	\$ 0.48
Extra Large	8 X 1.6 GHz	14 GB	≈ 2 TB	Alta	\$ 0.96

Fig. 16 – Possíveis configurações Windows Azure 15 (valores de Setembro 2011)

Para efeitos experimentais é possível utilizar durante noventa dias uma configuração do tipo Small, embora limitada a 20 GB de armazenamento, passando a ser aplicado o tarifário acima apresentado depois de ultrapassado o período de oferta. Convém contudo ter presente que para poder usufruir de tal vantagem deverá ser realizado um tipo de adesão em tudo semelhante ao processo pago (indicando também o número de cartão de crédito).

Embora o Windows Azure se posicione como uma oferta ao nível de PaaS, a necessidade de disponibilizar mecanismo que facilitem a migração para a cloud de algumas aplicações mais complexas, levou a Microsoft a disponibilizar a possibilidade de integrar imagens do Windows 2008 Server R2 no Windows Azure¹⁶. Tal solução tornará o cliente responsável pela manutenção da referida imagem, o que posiciona essa oferta mais ao nível do IaaS.

No que concerne a plataformas de desenvolvimento para o Azure, a mais evidente será sem dúvidas a plataforma .Net que utiliza como IDE o Visual Studio (actualmente na versão 2010), neste caso é de realçar a possibilidade de se utilizar uma versão gratuita denominada Visual Web Developer 2010. Outras plataformas disponíveis são o Java e o PHP¹⁷, que utilizam como IDE o Eclipse, tendo para esse efeito a Microsoft disponibilizado um conjunto de plug-ins. É de referir o desenvolvimento de alguns projectos open-source

¹⁵ <http://www.microsoft.com/windowsazure/features/compute/>

¹⁶ <http://www.microsoft.com/windowsazure/features/virtualmachines/>

¹⁷ <http://www.microsoft.com/windowsazure/tools/>

por parte da Microsoft para os utilizadores dessas plataformas, nomeadamente o Windows Azure Starter Kit for Java.

FORCE.COM

A Force.com é parte integrante da empresa Salesforce.com, que se destaca também ao nível do SaaS, através da disponibilização de uma solução CRM, e ao nível de uma solução de colaboração empresarial denominada chatter ¹⁸.

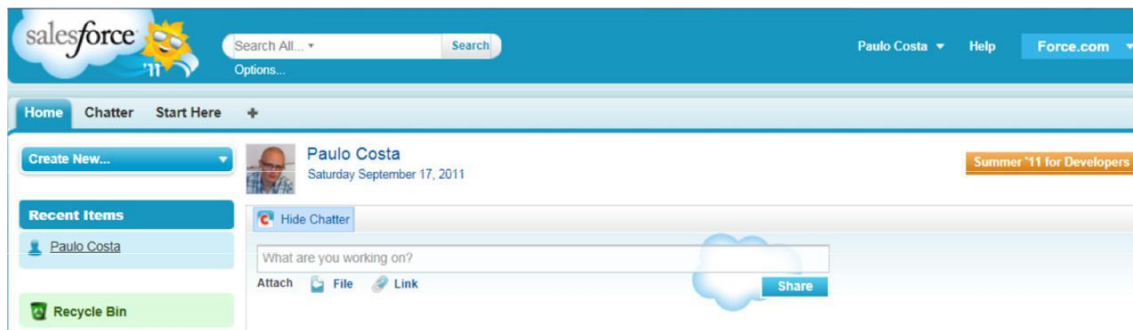


Fig. 17- Criação de conta na plataforma Force.com

A Force.com consiste numa plataforma de cloud computing com enfoque nas organizações. Trata-se de uma solução algo sui generis na medida em que a proposta da Force.com apresenta um nível de abstracção superior ao dos seus concorrentes [33], o programador não define a quantidade de processadores, de memória ou de armazenamento que irá utilizar. O que se verifica é a disponibilização de uma plataforma aplicacional gratuita para os programadores, com um grande enfoque em bases de dados relacionais onde as aplicações produzidas são facturadas com base no espaço que ocupam e no número de utilizadores que possuem.

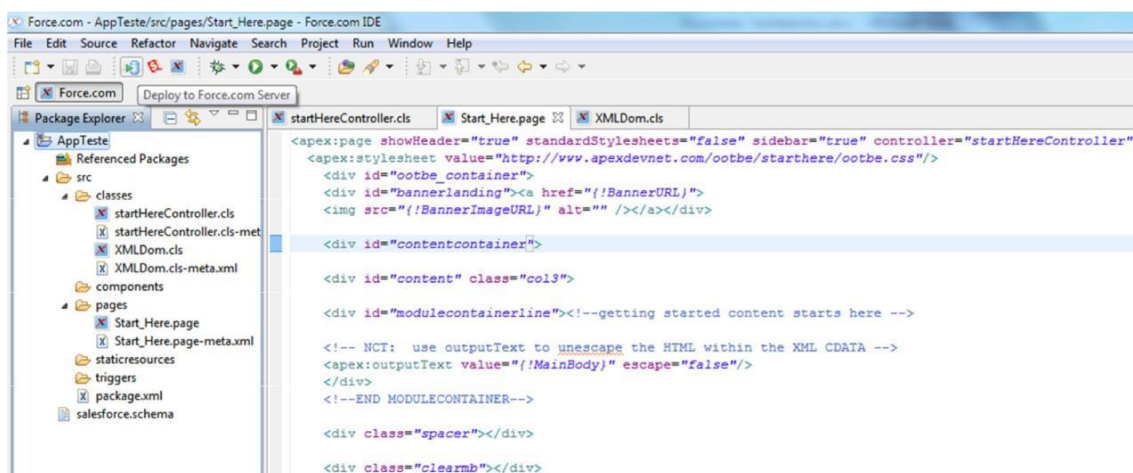


Fig. 18- Criação de projecto com recurso ao eclipse

Outra característica diferenciadora consiste no facto de a Force.com utilizar uma linguagem de programação proprietária denominada Apex. Em termos de sintaxe trata-se de uma mistura entre java e linguagens associadas à criação de stored procedures em bases

¹⁸ <http://www.salesforce.com/eu/company/>

de dados relacionais como o T/SQL. Em termos de edição do código, como apresentado na Fig. 18, é possível recorrer ao eclipse através da instalação de um plug-in. Pelo investimento em tecnologia proprietária a Salesforce.com alega conseguir garantir aos seus utilizadores uma maior produtividade, através da disponibilização de diversas funcionalidades ao nível de segurança, integração, armazenamento, workflow, colaboração ou reporting [33].

A Force.com pode ser dividida em quatro serviços principais:

- Base de dados – A utilização de bases de dados relacionais sob a forma de um serviço, constitui um dos elementos nucleares desta plataforma. É possível criar tabelas com mais de 800 campos cada recorrendo a tipos de dados padrão mais tipos de dado próprios (tipo de dados moeda, campos para telefone, texto formatado). A database.com utiliza alguma terminologia própria em detrimento dos termos normalmente associados a bases de dados relacionais (organização em vez de base de dados, objecto em vez de tabela)¹⁹.

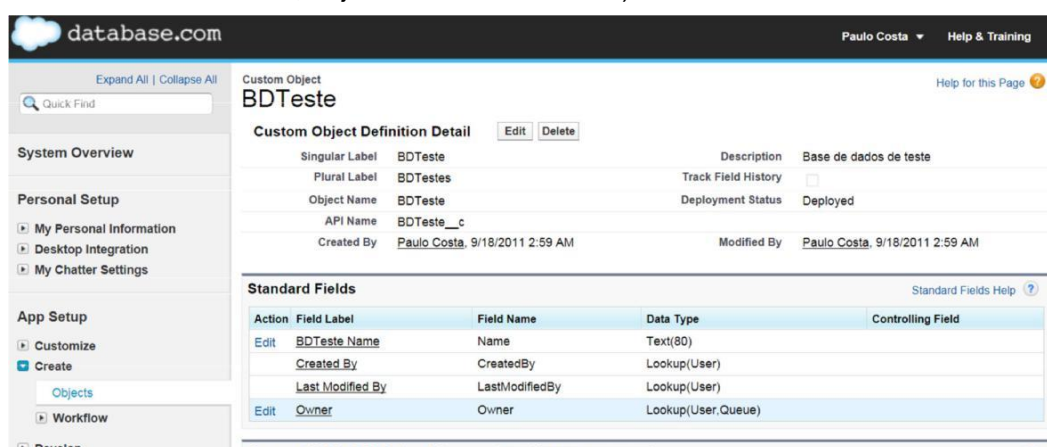


Fig. 19- Criação de base de dados no database.com

Tal como acontece com SGBD convencionais, é possível estabelecer relacionamentos entre tabelas, e realizar queries através de uma linguagem denominada SOQL (Salesforce Object Query Language).

- Lógica de negócio – Em termos genéricos a Force.com disponibiliza três possibilidades para implementar a lógica de negócio nas aplicações²⁰:
 - Lógica declarativa – Inclui o recurso a campos únicos e de preenchimento obrigatório, regras de workflow e processos de aprovação.
 - Lógica baseada em fórmulas - Inclui o recurso a campos baseados em fórmulas, regras de validação de dados, regras de workflow e processos de aprovação.
 - Lógica de processos – Recorrendo a triggers e classes desenvolvidos em Apex.
- Interface de utilizador – A Force.com disponibiliza duas formas para o desenvolvimento de interfaces de utilizadores¹⁷:

¹⁹ http://na12.salesforce.com/help/doc/en/salesforce_summer11_release_notes.pdf

²⁰ http://www.developerforce.com/media/Forcedotcom_Whitepaper/WP_Forcedotcom-InDepth_040709_WEB.pdf

- Force.com Builder – Trata-se de uma interface web que permite sem recurso à programação criar objectos para manipulação de base de dados, de serviços de email ou de workflow²¹.
- VisualForce – Consiste numa framework completa que permite o desenvolvimento de interfaces personalizadas. Com o VisualForce os programadores podem utilizar tecnologias Web standards, tal como o HTML , o Ajax ou o Adobe Flex²².
- Integração – Este pode revelar-se um dos aspectos chaves no momento de escolher a plataforma que iremos utilizar. Normalmente quanto maior for o leque de opções disponibilizadas e de standards suportados melhor. Os mecanismos de integração são disponibilizados através da Force.com Web Service API²³. Essa API pode ser utilizada em diversas situações, desde ambientes de desenvolvimento tradicionais como o .NET, o Java ou o PHP até ferramentas próprias de integração como o BizTalk, Informática ou a Tibco.

Relativamente aos custos de utilização, a plataforma apresenta três gamas diferentes:

Designação	Nº de aplicações possíveis	Apoio 24x7	Apoio ao programador	Valor mês p/ utilizador
Force.com One App	1	Pago	Pago	\$15
Force.com Enterprise	Acima de 10	Pago	Pago	\$50
Force.com Unlimited	Ilimitadas	Gratuito	Gratuito	\$75

Fig. 20 – Possíveis gamas da plataforma Force.com²⁴ (valores de Setembro 2011)

Como foi referido anteriormente, esta plataforma distingue-se das restantes pelo elevado nível de abstracção que apresenta, fazendo com que os utilizadores da mesma apenas tenham de se preocupar com o desenho das aplicações. Contudo essa filosofia apresenta algumas condicionantes, desde logo existe uma forte dependência entre as aplicações desenvolvidas e a plataforma que as suporta. Adicionalmente, o facto de a linguagem de desenvolvimento padrão ser proprietária, obriga a um investimento em termos de aprendizagem da ferramenta, que não será aproveitado noutras plataformas.

²¹ Para mais informação consultar:
http://www.developerforce.com/tdf/2008/april/Tutorial1_ForcecomWorkbook_v1_2_051608.pdf

²² Para mais informação consultar:
http://www.salesforce.com/us/developer/docs/workbook_vf/workbook_vf.pdf

²³ [http://www.developerforce.com/media/Forcedotcom_Whitepaper/WP_Forcedotcom-
InDepth_040709_WEB.pdf](http://www.developerforce.com/media/Forcedotcom_Whitepaper/WP_Forcedotcom-InDepth_040709_WEB.pdf)

²⁴ Para mais informações consultar:
http://www.sfdcstatic.com/assets/pdf/datasheets/DS_Forcedotcom_EdCompare.pdf

3.4 SOFTWARE COMO SERVIÇO

Nesta camada são fornecidas ao utilizador final as aplicações desenvolvidas e alojadas nas camadas anteriormente analisadas. Essas aplicações são fornecidas numa lógica de aluguer, permitindo ao cliente reduzir os custos relacionados com o equipamento, o pessoal e os consumos energéticos que seria necessários à manutenção de uma infraestrutura para conseguir correr essas aplicações numa lógica on-premise.

Serão aqui analisadas três soluções SaaS, nomeadamente o Google Apps, a Salesforce e parte terminar uma abordagem de SaaS algo alternativa denominada Desktop as a Service.

GOOGLE APPS

A Google e a internet são desde há já alguns anos elementos indissociáveis. Essa situação começou a desenvolver-se numa primeira fase devido à excelência do motor de pesquisa desenvolvido pela Google, actualmente mais de 60 por cento das pesquisas realizadas em todo o mundo são realizadas com base nele [37]. O passo seguinte na afirmação da Google na internet, deu-se com o desenvolvimento de diversas aplicações para a web, que Google junto num pacote designado Google Apps (abreviatura de applications). Essas aplicações procuram constituir-se como uma alternativa a diversos aplicativos que as pessoas individuais e colectivas (organizações) instalam e utilizam localmente nos seus computadores.

O modelo de utilização das aplicações da Google, encontra-se relacionado com o modelo de SaaS, na medida em que os utilizadores consomem um serviço, não tendo necessidade de instalar nos seus postos de trabalho qualquer aplicativo, adicionalmente, tudo fica guardado na nuvem.

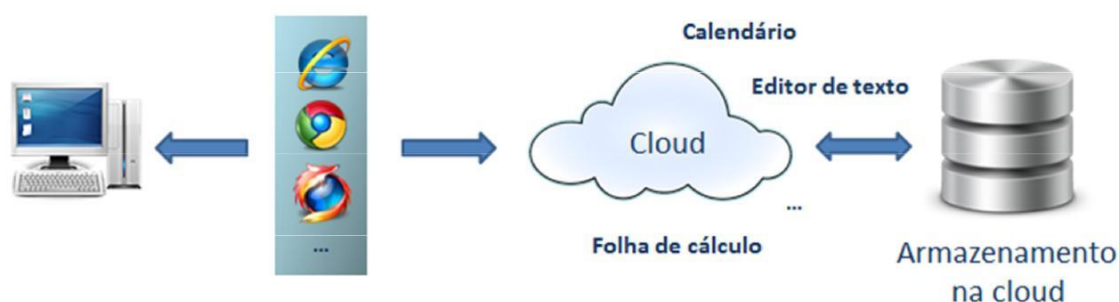


Fig. 21 – Modelo Google Apps

A diversidade de aplicações existentes, pode para quem não está familiarizado tornar-se algo confuso, isso porque existe o conceito de Google Apps e de Google Doc's (documentos). Na realidade o Google Doc's funciona como um sub-conjunto de Google Apps, e representam o que a Google designa como Google's office suite e podem ser visto como uma solução alternativa ao Microsoft Office ou Open Office. Fora deste sub-conjunto encontra-se o Gmail, que constitui o principal produto do Google Apps, sendo através da conta do Gmail para a maior parte das pessoas passam a aceder aos restantes produtos, embora seja de realçar que é possível criar uma conta Google através de um endereço de correio electrónico de outro fornecedor.

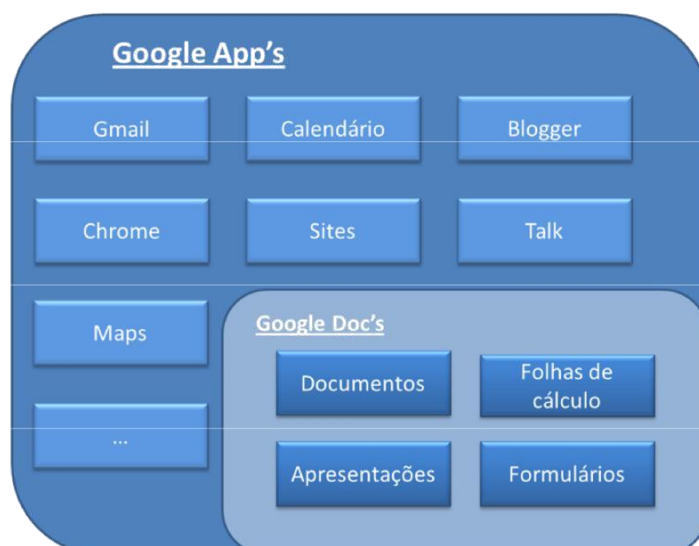


Fig. 22 – Representação do universo Goole Apps

Em termos de soluções o Google App's divide-se em três grupos:

- Google Apps –Representa a versão gratuita dos aplicativos Google e pode ser usado por utilizadores individuais ou pequenas organizações até 10 utilizadores. Como seria de esperar, apresenta algumas limitações face às restantes versões, como teremos oportunidade de analisar mais à frente.
- Google Apps for Business – Trata-se da versão orientada para as organizações e inclui funcionalidades acrescidas ao nível da segurança e da capacidade de armazenamento.
- Google Apps for Education – Constitui uma alternativa gratuita da versão Business para universidades ou instituições de ensino básico.

Em termos de funcionalidade o quadro abaixo, indica as principais diferenças entre a versão gratuita e a versão Business²⁵:

	Google Apps	Google Apps for Business
Contas de utilizadores por organização	10	Ilimitado
Aplicativos adicionais de negócios	Não	Sim
Recursos empresariais	Não	Sim
Suporte técnico e SLA	Não	Sim
Preço	Gratuito	5\$ por mês/utilizador ou 50\$ por ano/utilizador (plano anual)

Fig. 23 – Comparação das soluções Google Apps

Graças a sua política comercial, o Google Apps apresenta-se como uma solução SaaS utilizada por uma enorme comunidade a nível mundial, sendo a sua ferramenta de correio electrónico uma das preferidas pelos utilizadores individuais a nível mundial.

²⁵ Baseado em <http://www.google.com/apps/intl/pt-BR/group/index.html>

SALESFORCE

A Salesforce apresenta-se como outro um exemplo típico de SaaS, sendo mesmo considerada uma empresa pioneira na área. Trata-se de uma plataforma que fornece aos seus clientes um conjunto de aplicativos sob a forma de serviços, sendo o mais relevante o seu produto de Customer Relationship Management (CRM), que funciona sobre a já analisada plataforma Force.com.

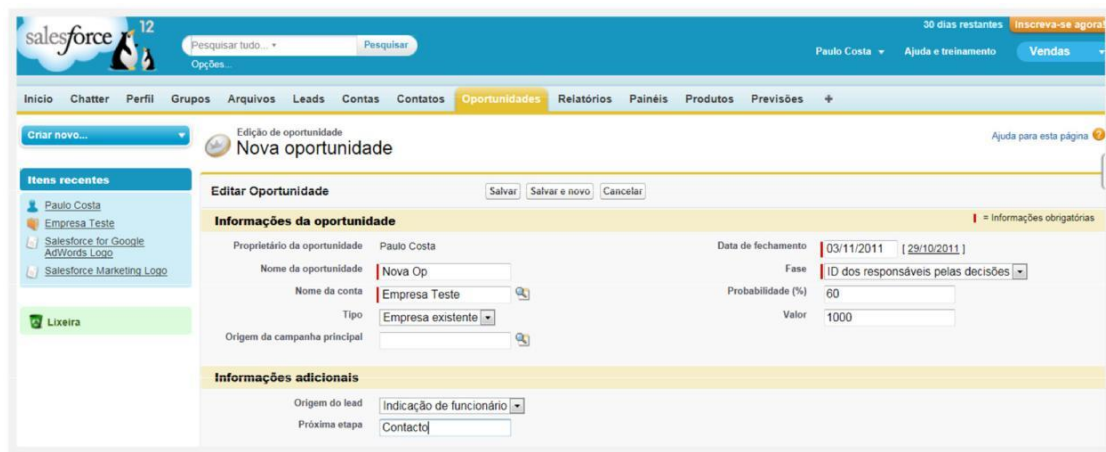


Fig. 24 – CRM Salesforce

A Salesforce subdivide-se em dois grupos principais:

- Sales Cloud – Consiste num conjunto de aplicações que tem como objectivo apoiar as organizações na realização das suas actividades de negócio.
- Service Cloud – Tem como objectivo integrar-se com redes sociais como o Facebook com o intuito de proporcionar o desenvolvimento de uma comunidade de utilizadores.

Em termos de funcionalidades a Sales Cloud apresenta cinco versões diferentes:²⁶

Versão	Principais funcionalidades	Preço utilizador/mês
Contact Manager	Gestão de contactos até cinco utilizadores	4 Eur
Group	Vendas e Marketing básico até cinco utilizadores	27 Eur
Professional	CRM completo para equipas sem limite de utilizadores	70 Eur
Enterprise	CRM com possibilidades de integração e personalização	135 Eur
Unlimited	CRM com funcionalidade de adaptação às necessidades específicas da organização	270 Eur

Fig. 25 – Comparação das soluções Google Apps

Como noutras situações, a escolha acertada para uma determinada organização, depende da conjugação do factor preço com as especificidades e necessidades da organização em causa. Convém contudo ter presente que caso se justifique será sempre possível migrar para uma versão mais avançada. Ao se tratar de uma solução SaaS, essa migração é feita de uma forma totalmente transparente para o cliente. Adicionalmente qualquer actualização do produto estar disponível sem a necessidade de qualquer intervenção do cliente.

²⁶ Para mais informações consultar: <https://store.salesforce.com/apex/editionscomparison>

DESKTOP AS A SERVICE

Trata-se de uma variante do SaaS, onde é fornecida ao utilizador um ambiente de trabalho virtualizado. Desta forma o cliente consegue aceder ao seu ambiente de trabalho independentemente do computador que esteja a utilizar.

Uma solução com bastante interessante nesta categoria prende-se com a proposta da Deskton²⁷, onde, ao contrário de outras soluções em que o desktop é simulado através do browser (não sendo portanto um verdadeiro sistema operativo), aqui estamos perante a implementação de uma Virtual Desktop Infrastructure (VDI) como um serviço. A grande vantagem prende-se com o facto de estarmos perante o mesmo ambiente do que num sistema operativo nativo, sendo também possível proceder à instalação de software específico.

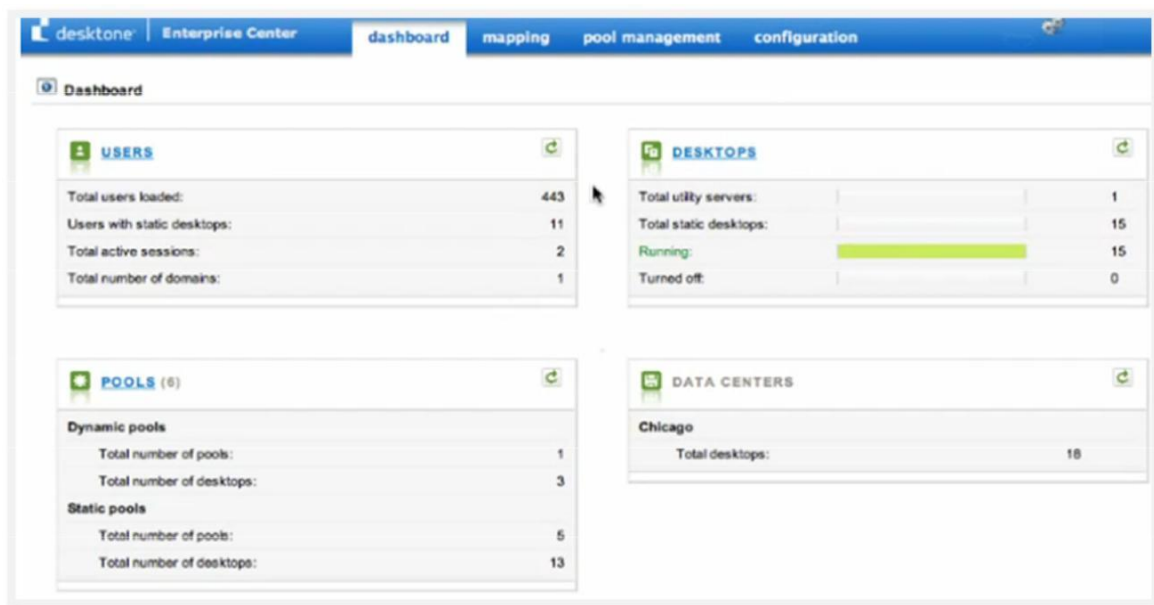


Fig. 26 – Plataforma Deskton Virtual-D²⁸

O Deskton Virtual-D Platform pretende constituir uma alternativa aos ambientes de trabalho virtualizados criados dentro das organizações. Na realidade ao consumir-se VDI como um serviço, estamos a libertar a organização de um conjunto de solicitações para as quais ela pode não ter sido talhada, nomeadamente:

- ☐ Necessidade de adquirir equipamentos que suportem a implementação de uma VDI na organização (com todos os custos associados).
- ☐ Necessidade de existência na organização de técnicos qualificados para desenvolver e manter a estrutura.

O funcionamento da plataforma é bastante intuitivo, ao ser necessário criar um novo grupo de desktop's virtuais, o administrador atribui uma designação ao grupo, identifica o seu tamanho, o tipo de sistema operativo e o tipo de capacidade de processamento.

²⁷ Mais informações em: <http://www.deskton.com/>

²⁸ Imagem obtida a partir do vídeo de demonstração do produto.

Deskton's Cloud-Hosted Desktops for IT
by Deskton

Create New Pool

A pool is a policy container that manages a group of virtual desktops with a common policy as a single logical unit of desktops.

Name

Engineering

Desktop Model

Deskton Pro

Desktop Type

Static

Gold Pattern

Win7-64bit

Based On

Development

Pool Size

10

16 Remaining

Fig. 27 – Criação de um grupo de desktop's virtuais²⁹

Posteriormente será necessário disponibilizar esse grupo de desktop's a um utilizador ou a um grupo de utilizadores, essa tarefa é realizada recorrendo à opção mapping. Em termos de capacidade dos seus desktops virtuais, a Deskton apresenta as seguintes versões:

	PRO	Enterprise	Ultimate
Núcleos de CPU	1	2	4
Memória (GB)	2	4	8
Espaço (GB)	25	25	50
Sistema Operativo	Windows XP Pro, Windows 7 Enterprise, Linux	Windows XP Pro, Windows 7 Enterprise, Linux	Windows XP Pro, Windows 7 Enterprise, Linux

Fig. 28 – Comparação das versões para desktops virtuais da deskton

A utilização deste tipo de serviços afigura-se bastante benéfica para as organizações, através dela, conseguem resolver-se desafios relacionados com a crescente desmaterialização dos locais trabalho, sem que para isso a organização necessite perder o enfoque na sua actividade.

3.5 NOTAS FINAIS

Apesar de ter aqui analisado diversas soluções, não me será possível afirmar qual ou quais as melhores soluções. Isso verificasse pelo facto do processo de escolha de um fornecedor de serviços para a cloud, implicar antes de mais nada um profundo conhecimento das características, necessidades e expectativas da organização. A dimensão, sector de actividade e necessidades de integração da empresa, são também aspectos fulcrais no momento de escolher o fornecedor.

²⁹ Imagem obtida a partir do vídeo de demonstração do produto.

4. CLOUD COMPUTING EM PORTUGAL

4.1 INTRODUÇÃO

Analizadas as principais ofertas de Cloud Computing (CC) a nível mundial, é agora altura de nos debruçarmos sobre a realidade portuguesa, procurando identificar algumas das principais soluções para a Cloud, made in Portugal. O povo Português é bastante aberto à adopção de novas tecnologias, e ao nível da cloud como teremos oportunidades de ver, isso não é excepção. A identificação das soluções será realizada dividindo as ofertas através de dois grupos principais: Infra-estrutura e Plataforma como Serviço e Software como Serviço. Foi adoptada esta estratégia em virtude de se verificar que não existe uma fronteira clara ao nível de algumas das ofertas, sendo difícil caracterizá-las como uma oferta ao nível do IaaS ou do PaaS.

Adicionalmente, pretende-se também tecer algumas considerações relativamente ao potencial dessas ofertas e ao seu grau de competitividade relativamente aos produtos estrangeiros.

4.2 INFRA-ESTRUTURA E PLATAFORMA COMO SERVIÇO

SMARTCLOUDPT

Actualmente uma das soluções de CC portuguesas mais conhecidas, será certamente a SmartCloudPT³⁰ da Portugal Telecom. A oferta consiste num portal de serviços e aplicações de Cloud Computing para organizações centrando-se nas seguintes áreas:



Fig. 29 – Arquitectura Agile Platform ³¹

- Colaboração e presença na Web - Ao nível de serviços web, são suportados alojamento de bases de dados nas plataformas MySQL e SQL Server (embora nesta

³⁰ Mais informações em: <http://www.smartcloudpt.pt/Pages/Default.aspx>

³¹ Obtido a partir de <http://www.smartcloudpt.pt/Pages/Default.aspx>

apenas na versão 2005) sendo para o efeito disponibilizado um espaço de 250Mb, caso se pretenda, é possível adquirir espaço adicional em unidades de 1Gb. No que concerne ao alojamento de Sites, existem soluções para ambientes Microsoft através da disponibilização do IIS (versão 6.0) e para ambientes Linux através do Apache V2. Para cada alojamento de site é disponibilizado um espaço de 1Gb podendo tal como nas situações das Bases de Dados, adquirir unidades adicionais de 1Gb. Adicionalmente são também disponibilizadas soluções ao nível de contas de email e de domínios.

Ao nível de armazenamento existe uma solução designada por Drive Virtual, que funciona de forma semelhante ao bem conhecido Dropbox, e uma solução de Backup remoto que permite a realização automática de backups (integrais ou parciais) da informação existente nos computadores para os datacenters da PT.

- Aplicações – Nesta área são disponibilizadas soluções ligadas à produtividade e à gestão. No primeiro caso é de destacar a parceria com a Microsoft através da disponibilização do Office 365 que conjugado com soluções da própria Portugal Telecom (tal como o Office Box) permite a implementação de mecanismos de colaboração e produtividade. No segundo caso são de salientar as soluções de gestão SaaS da Invoicexpress e PHC, vocacionadas para micros, pequenas e médias empresas e SAP para empresas de maior dimensão. É ainda disponibilizada a ferramenta de reporting, Easy Report;
- Recursos de TI – Subdivide-se em dois grupos: servidores privados ou públicos. No primeiro caso estamos perante um serviço direccionado para empresas de maior dimensão, onde é disponibilizada uma infra-estrutura privada que garante mecanismos acrescidos de segurança e que assenta num modelo de preços pay-as-you-go. A infra-estrutura suporta a utilização de diversos sistemas operativos e aplicações corporativas, a integração com recursos existentes na própria empresa, o balanceamento de cargas entre os servidores e fluxos de aprovação (para um eficaz controlo dos recursos consumidos).

Ao nível dos servidores públicos, existe a possibilidade de criar servidores virtuais privados que suportem sistemas operativos em ambiente Windows ou Linux, com capacidade de processamento até 2 CPU's virtuais, memória RAM até 4 Gb e capacidade de armazenamento até 4GB. Essa infra-estrutura poderá ser utilizada para diversos fins, entre outros: a criação de um ambiente de testes aplicacional, o alojamento de websites ou a execução de aplicações multimédia.

- Segurança – Engloba o fornecimento de mecanismos de segurança para contas de email organizacionais, através da protecção contra fenómenos como spam, vírus ou phishing, estando também incluídos meios de protecção de dados e de acesso seguro à internet (clean pipes).

Por forma a suportar as áreas anteriormente analisadas, a empresa conta actualmente com os seus datacenters de Lisboa e do Porto. Em 2012 está prevista a entrada em funcionamento do datacenter da Covilhã, que se tornará num dos maiores centro de armazenamento de dados da europa, ocupando uma área de cerca de 45,000 m². A escolha da localização do datacenter pretendeu-se fundamentalmente com questões de ordem climática, anti-sísmica e ambiental³².

³² Mais informações em <http://www.computerworld.com.pt/2011/02/07/pt-com-data-center-na-covilha/>

Uma das mais-valias da oferta da PT face aos seus concorrentes nacionais e mesmo internacionais, pretende-se com o facto de a empresa ser detentora da sua própria infra-estrutura de comunicação (cobre e fibra), possuindo em termos de fibra óptica uma rede de elevada qualidade. Outro factor de peso junto das empresas nacionais prende-se com o facto de a empresa conseguir garantir que os dados das empresas clientes não saem do espaço nacional. Relativamente a aspectos menos positivos é de destacar, no que a ambiente Microsoft diz respeito, que quer a versão do IIS quer a do SQL Server já se encontram algo desactualizadas, o que a meu ver não deixa de ser algo que causa alguma estranheza, visto a oferta da PT ter surgido a poucos meses. Relativamente aos preços praticados (disponíveis no portal) e apesar de ser possível encontrar soluções isoladas mais em conta, o facto de estarmos perante uma oferta global que assenta numa infra-estrutura de comunicação da qual a empresa é proprietária, torna a oferta da PT uma solução a considerar.

AGILE PLATFORM

A Agile Platform constitui o principal produto da Outsystems, empresa Portuguesa fundada no ano de 2001. Trata-se de uma solução que tem como objectivo reduzir o tempo necessário para a criação ou realização de alterações sobre aplicações web. Uma das suas vantagens reside no facto de não ficarmos presos a nenhuma tecnologia proprietária, sendo para o efeito suportadas as arquitecturas Java e .Net. Em termos de arquitectura, a plataforma complementa o modelo web tradicional composto pelas camadas de processos, interfaces, lógica e dados (representado na figura a baixo em cinzento) com um conjunto de serviços e repositórios adicionais (representados a vermelho).

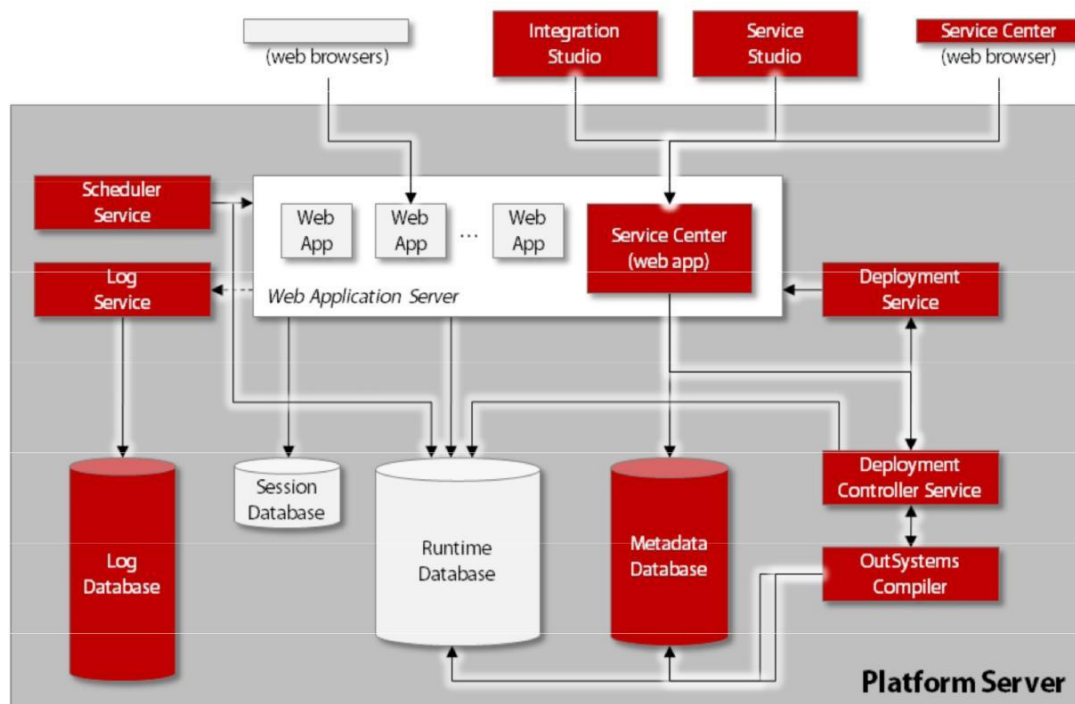


Fig. 30 – Arquitectura Agile Platform ³³

³³ Obtido a partir de “OutSystems Agile Platform Architecture and Infrastructure Overview”

Irei de seguida apresentar alguns dos principais serviços que caracterizam a plataforma:

- Service Studio – Trata-se da ferramenta utilizada para criar ou alterar aplicações web através da utilização de elementos visuais, não sendo portanto necessário recorrer à introdução de código. A ferramenta permite a modelação de interfaces Web 2.0, regras de negócio, bases de dados, componentes de integração e Web Services. A aplicação criada é posteriormente gravada sob a forma de um ficheiro OML (Outsystems Markup Language), sendo para o efeito criadas as tabelas necessárias na base de dados e gerado o código de suporte às funcionalidades desenvolvidas. Esse ficheiro OML será utilizado no momento da realização da publicação da aplicação.

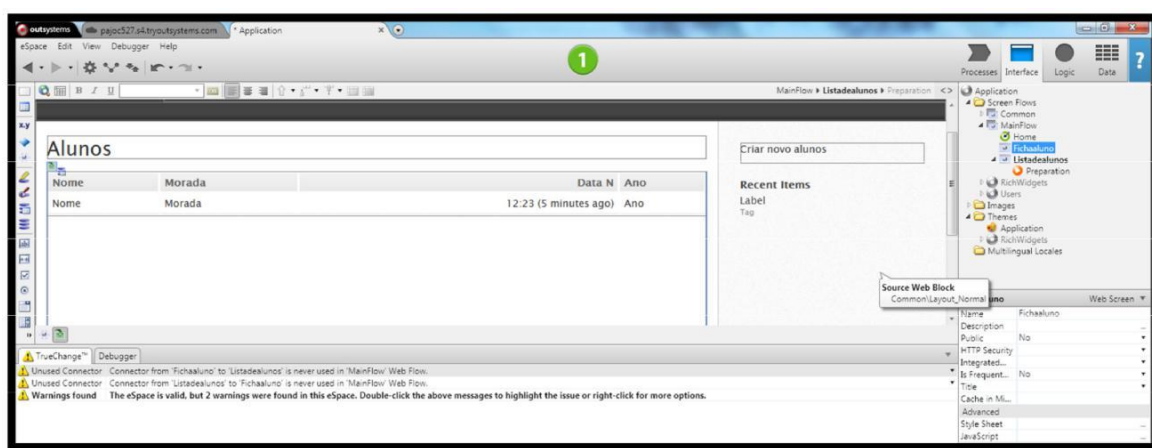


Fig. 31 – Service Studio na criação de um novo aplicação

- Integration Studio – Trata-se da ferramenta vocacionada para programadores com a finalidade de integrar aplicações e bases de dados externas com a plataforma Agile, estendendo assim as suas funcionalidades. Em termos de ambientes de desenvolvimentos, são suportados o Visual Studio para a criação de componentes .Net e o Eclipse para a criação de componentes J2EE. Adicionalmente são ainda fornecidos mecanismos de integração com SAP.
- Service Center – Trata-se de uma aplicação web (desenvolvida com o Service Studio), que interage com todos os componentes da Plataforma Server. Fornece aos elementos ligados à administração do sistema uma interface web que permite gerir toda a plataforma Agile. A interacção com o Integration Studio e com o Plataforma Server, é realizada através de web services.

A solução para a cloud apresentada pela empresa posiciona-se na camada PaaS, e apresenta algumas características diferenciadoras face à concorrência, nomeadamente:

- O facto de poder ser instalada sobre qualquer fornecedor cloud (ao nível de IaaS);
- Conseguir gerar aplicações standard em .Net ou J2EE;
- Permite uma migração fácil para um servidor web normal;

A figura 32 permite reforçar os aspectos anteriormente referidos, comparando a solução da Outsystems com os três principais players ao nível do PaaS (que já foram anteriormente analisados).

	Force.com	Azure	Google App Engine	Plataforma Agile
Instalação	Cloud	Cloud	Cloud	Cloud ou local
Tecnologias	Específico da Force.com	IIS + Windows	GAE	.Net or JEE
Base de dados	Proprietária	SQL Azure	GQL	SQL ou Oracle
Código	Proprietário	Escolha permitida	Python, Java ou GO	.Net or Java
Fornecedor Cloud	Force.com	Azure	Google	Amazon AWS, GoGrid, Rackspace ,...

Fig. 32 – Comparação entre vários fornecedores PaaS

É possível descarregar por um período de 15 dias a última versão da plataforma, embora a mesma não venha com todas as funcionalidades (ao nível da integração por exemplo). Passado o período de testes, poderemos escolher ao nível da solução cloud, entre 3 versões³⁴:

- ☐ Community – Vocacionada para utilizadores individuais, que necessitem de correr pequenas aplicações;
- ☐ Standard – Dirigido a pequenas e médias empresas, em que o preço cobrado varia em função do número de utilizadores, podendo no limite o mesmo ser ilimitado;
- ☐ Enterprise – Para empresas de grande dimensão, com necessidade de elevados níveis de performance, de escalabilidade e disponibilidade

A solução da Outsystems apresenta como factor diferenciador a possibilidade de consolidar aplicações desenvolvidas em ambientes heterogéneos e agregá-las numa estrutura única. Actualmente conta com uma respeitável carteira de clientes à qual se veio recentemente juntar o exército dos Estados Unidos. Segundo declarações prestadas por esse cliente, a plataforma constitui uma oferta alternativa face à concorrência devido ao elevado nível de interoperabilidade proporcionado.

VIRTU

Outra empresa com uma solução bastante interessante desta vez ao nível do aprovisionamento de recursos é a Evolve Space Solution³⁵. Estamos perante uma empresa Portuguesa criada em 2004 (recentemente adquirida pela Novabase³⁶) vocacionada para o desenvolvimento de soluções para o sector espacial.

O aplicativo designado por Virtu, permite criar máquinas virtuais e configura-las com o sistema operativo e aplicativos desejados isso independentemente do fornecedor do serviço de virtualização, tratando-se de uma abordagem diferente ao nível da configuração de máquinas virtuais. Todo o processo de configuração é realizado com recurso a uma interface gráfica onde, com o recurso a diversos blocos (conjunto de sistemas operativos e de aplicativos) previamente configurados, podem ser criadas diversas instâncias de um determinado assembly. O assembly pode ser visto como uma determinada configuração,

³⁴ Mais informações em: <http://www.outsystems.com/agile-platform-order/>

³⁵ Mais informações em: <http://virtu.evolve.pt/>

³⁶ Informações adicionais em <http://www.falardetecnologia.com/?n=705>

ou seja uma máquina virtual com um determinado sistema operativo e um determinado número de aplicações instaladas.

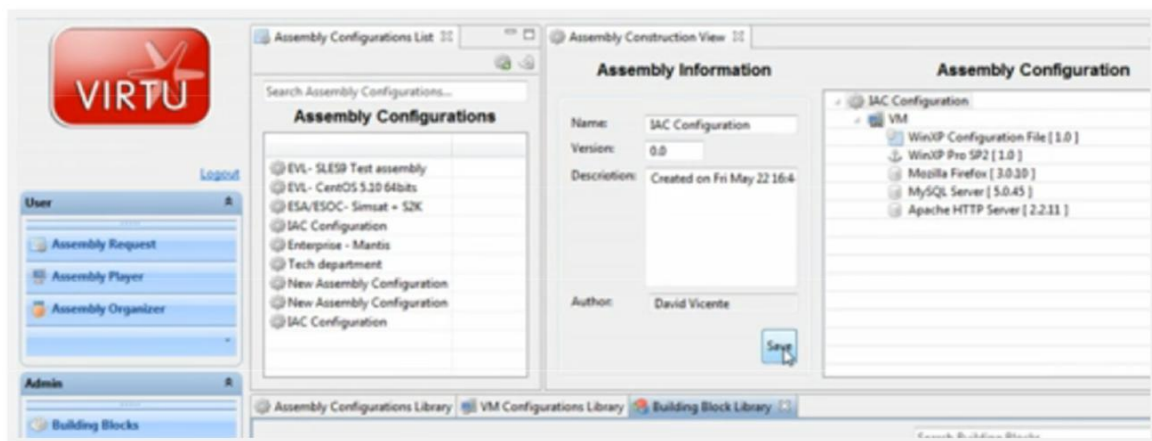


Fig. 33– Criação de um assembly no aplicativo Virtu³⁷

Posteriormente e para a criação de máquinas virtuais, é requisitada uma instância de um determinado assembly, requisição essa que poderá ou não ser aprovada pelo administrador da plataforma. Depois de aprovada a criação da instância, o utilizador poder aceder começar a aceder à mesma.

Em relação às versões disponibilizadas existem as versões³⁸:

- ☐ VIRTU Server – A licença é Freeware, suporta 10 máquinas virtuais no Hypervisor e pode ser descarregada mediante registo
- ☐ VIRTU Enterprise – Trata-se da versão comercial que acrescenta diversas funcionalidades à versão Server (ao nível de interfaces mais amigáveis) e garante a existência de serviços de manutenção

Esta plataforma torna-se especialmente útil para situações em que seja necessário realizar testes de manutenção (novas versões de um determinado aplicativo) ou para o desenvolvimento de aplicações (conseguindo manter diversas versões do mesmo aplicativo).

4.3 SOFTWARE COMO SERVIÇO

Os tipos de soluções SaaS mais evidentes prendem-se com o desenvolvimento de aplicações de gestão. São diversas as software houses que possuem, para além das suas versões on-promise, uma versão SaaS. Desta forma iremos começar por analisar as soluções da PHC e da Primavera Software (duas das empresas nacionais mais representativas ao nível da oferta de soluções de Gestão) e terminaremos com a solução Muchbeta.

³⁷ Imagem obtida a partir do vídeo de demonstração do produto.

³⁸ Consultar <http://virtu.evolve.pt/index.php/en/get-it> para mais informações

PHC FX

Fundada em 1989, a PHC é actualmente um dos principais players nacionais ao nível da oferta de soluções de gestão para PME's, estando presente em Portugal, Espanha e no continente Africano. Em meados de 2010 a empresa disponibilizou a sua primeira solução SaaS, sendo a oferta vocacionada principalmente para micro-empresas³⁹.

A solução conta, entre outras, com funções ao nível da facturação, da gestão financeira, da gestão de encomendas e de inventário e CRM. Tendo em conta as características das soluções SaaS, questões como a usabilidade assumem bastante importância, assim, e com o intuito de que a versão acedida via browser proporcionasse o mesmo nível de experiência que a versão on-premise, a empresa optou desde logo pela utilização de uma solução RIA (Rich Internet Application).

Em termos de arquitectura a solução permite ao cliente a escolha entre vários motores de base de dados de forma a que o cliente selecione o que lhe for mais conveniente (tendo por exemplo em consideração necessidades de migração de dados). Em termos de desenvolvimento do Backend e da lógica de negócio, tal como nas versões on-premise, no FX foi utilizada a tecnologia .Net da Microsoft (existindo certamente muito reaproveitamento de código). Relativamente ao Frontend, e tendo em consideração os objectivos anteriormente referidos, a empresa optou pela adopção do Adobe Flex. Trata-se de uma ferramenta com um nível de maturidade e de fiabilidade bastante elevado que, adicionalmente comunica de forma muito aceitável com o .Net.

The screenshot displays the PHC FX web application interface. At the top, there's a navigation bar with tabs for 'Sistema', 'Clientes', 'Fornecedores', 'Tesouraria', and 'Opções'. The 'Clientes' tab is active. Below it, a search bar and a list of actions (Introduzir, Duplicar, Apagar, Actualizar, Imprimir para PDF, Alterar) are visible. The main content area shows a client card for 'A música na moda' with a number of 10. The card is divided into sections: 'Classificação', 'Identificação', 'Financeiro', and 'Observações'. The 'Identificação' section contains fields for Name, Address, Localidade, Código Postal, País, Telefone, Telemóvel, Email, Fax, and Endereço de Internet. The 'Financeiro' section shows 'Saldo em Aberto' as 9,121.79, 'Limite de Crédito' as 3,000.00, 'Número Contribuinte' as PT 503215214, 'Segmento de Mercado', 'Zona', 'Tipo' as 'Cliente Final', and 'Vendedor' as 'Sara Sofia Ramos'. On the right, a 'Dossiers Internos' sidebar lists various documents like 'Avença', 'Consumo Interno', 'Encomenda de Cliente', 'Folha de Obra', 'Guia de Entrada de Clientes', 'Guia de Saída para Clientes', 'Guia de Transporte', 'Proposta', and 'Transferência entre Armazéns'.

Fig. 34– Ficha de cliente no PHC FX ⁴⁰

Relativamente aos valores cobrados, e tendo como base uma microempresa, o valor mensal será de cerca de 49 euros. O preço inclui a utilização da plataforma por dois

³⁹Consultar <http://www.computerworld.com.pt/2010/05/12/phc-fx-e-para-ganhar-quota-de-mercado/>

⁴⁰Imagem obtida a partir de vídeo promocional do produto

utilizadores em simultâneo (39 euros) e o armazenamento de uma base de dados no centro de dados com uma dimensão até 500 MB (10 euros).

Pelas informações recolhidas a estratégia da empresa passa por, com o passar do tempo, garantir mecanismos de maior robustez ao produto, podendo posteriormente direccioná-lo a empresas de maior dimensão que consequentemente apresentam outros tipos de necessidades.

SOLUÇÕES SAAS PRIMAVERA

A Primavera Business Software Solution, S.A. é uma empresa Portuguesa fundada em 1993, que se dedica ao desenvolvimento de soluções de gestão e plataformas para integração de processos empresariais. Actualmente, e para além de Portugal, está presente em Espanha e em vários países historicamente ligados a Portugal, como é o caso do Brasil, Angola, Moçambique, Cabo Verde e Guiné Bissau.

A Primavera BSS disponibilizou a primeira versão do seu ERP no formato SaaS no início de 2010, sendo que actualmente a oferta de produtos para a cloud foi alargada, passando a incluir o Primavera QPoint, uma solução orientada para a gestão da qualidade e desempenho, e o WebCentral que consiste numa plataforma de desenvolvimento de aplicações de colaboração.

O acesso ao software é garantido através da utilização do Microsoft Terminal Service, sendo toda a infra-estrutura que suporta o serviço redundante, encontrando-se alojada nos datacenters da Portugal Telecom. A primavera garante uma taxa de disponibilidade do serviço (SLA) de pelo menos 99,5%.

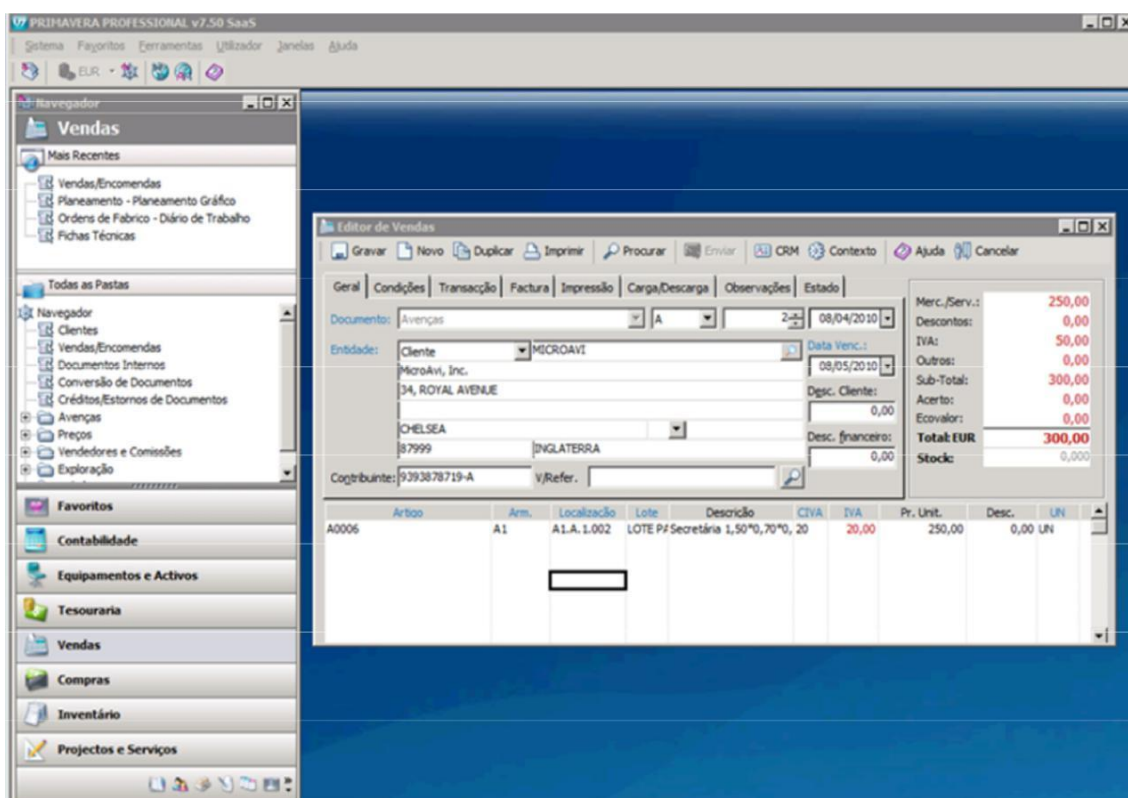


Fig. 35– ERP Primavera no formato SaaS ⁴¹

⁴¹ Imagem obtida a partir de vídeo promocional do produto

Tal como acontece com a versão on-premise, o suporte dado ao cliente relativamente à solução ERP SaaS é realizado através de um canal de parceiros que se encontra implementado há já largos anos.

Relativamente aos preços praticados, os valores irão sempre depender dos módulos adquiridos assim como do número de utilizadores que irão aceder ao ERP. No entanto e como é possível verificar na figura abaixo apresentada, para uma solução ERP com os mesmos módulos, licenciada para 10 utilizadores, num período de 5 anos existe uma poupança média face ao modelo tradicional superior a 68%.

Como é evidente deveremos atender ao facto de que essa situação está relacionada com o modelo SaaS propriamente dito, não sendo portanto uma situação exclusiva da Primavera Software. É ainda importante referir que nem todas as soluções do ERP da empresa estão actualmente disponíveis na versão SaaS, estou nomeadamente a referir-me às soluções verticais existentes para a indústria, CCOP (construção civil e obras públicas) retalho e administração pública.

Pág 8 P.BSS

PRIMAVERA SaaS Primavera

PRIMAVERA SaaS – TCO Professional

Nº de postos 10

Modelo com licenciamento perpétuo						
	Total	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Investimento em SW						
ERP PRIMAVERA (Logística, Financeira, RH, EAP) - postos	6.164,00 €	3.852,50 €	577,88 €	577,88 €	577,88 €	577,88 €
licença windows server 2008 (1 a 4 cpus)	2.400,00 €	1.400,00 €	0,00 €	0,00 €	1.000,00 €	0,00 €
licença sql server (standard 10 clients)	2.375,00 €	2.375,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
licença anti-virus	325,00 €	65,00 €	65,00 €	65,00 €	65,00 €	65,00 €
licença firewall (Serviços de segurança)	1.250,00 €	250,00 €	250,00 €	250,00 €	250,00 €	250,00 €
Investimento em HW e Infra-estrutura						
Servidor web server (74GB Raid 1 + 4Gb + 1° CPU)	1.800,00 €	1.500,00 €	0,00 €	0,00 €	300,00 €	0,00 €
servidor file e sql server (74GB RAID 1 + 320Gb RAID 5 + 16Gb + 2° CPU)	4.500,00 €	4.000,00 €	0,00 €	0,00 €	500,00 €	0,00 €
sistema de backups (hardware e software e tapes)	4.200,00 €	3.000,00 €	300,00 €	300,00 €	300,00 €	300,00 €
Bastidor	500,00 €	500,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Switching + Patching + Cabling + Firewall	1.000,00 €	1.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Ups (manutenção ao 3º ano, inclui substituição de baterias)	1.500,00 €	1.000,00 €	0,00 €	0,00 €	500,00 €	0,00 €
Outras infra-estruturas datacenter (monitorização, extinção incêndios, etc.)	750,00 €	150,00 €	150,00 €	150,00 €	150,00 €	150,00 €
renovação do parque de PCs	2.500,00 €	500,00 €	500,00 €	500,00 €	500,00 €	500,00 €
Refrigeração servidor (ar-condicionado)	2.160,00 €	432,00 €	432,00 €	432,00 €	432,00 €	432,00 €
Consumos energia (servidor, ups, sistema backups)	2.160,00 €	432,00 €	432,00 €	432,00 €	432,00 €	432,00 €
Comunicações e internet	3.000,00 €	600,00 €	600,00 €	600,00 €	600,00 €	600,00 €
Recursos Humanos e custos de suporte						
Manutenção e actualizações de versões ERP PRIMAVERA	6.000,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €
Suporte para instalação e manutenção da infraestrutura IT	7.500,00 €	1.500,00 €	1.500,00 €	1.500,00 €	1.500,00 €	1.500,00 €
Custo total com o modelo licenciamento perpétuo ao fim de 5 anos	50.084,00 €	23.756,50 €	6.006,88 €	6.006,88 €	8.306,88 €	6.006,88 €
Modelo SAAS						
Investimento em SW						
ERP PRIMAVERA (Logística, Financeira, RH, EAP)	20.198,02 €	4.039,60 €	4.039,60 €	4.039,60 €	4.039,60 €	4.039,60 €
MS Office						
MS Exchange						
Análise global - valores acumulados ao longo dos anos						
	Total	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Modelo com licenciamento perpétuo	50.084,00 €	23.756,50 €	29.763,38 €	35.770,25 €	44.077,13 €	50.084,00 €
Modelo SaaS	20.198,02 €	4.039,60 €	8.079,21 €	12.118,81 €	16.158,42 €	20.198,02 €
Poupança anual com base no modelo SaaS		83,00%	72,86%	66,12%	63,34%	59,67%

Fig. 36– Comparação modelo on-premise modelo SaaS⁴²

Actualmente, e pelo menos até ao final do ano, a empresa está a promover a sua solução SaaS através de campanhas promocionais nos módulos de facturação e contabilidade, que se destinam no primeiro caso a empresas em início de actividade ou a profissionais em nome individual e no segundo a profissionais liberais.

SOLUÇÕES SAAS MUCHBETA

Empresa localizada no Norte do país (Vila Nova de Gaia), a Muchbeta depressa percebeu a importância de não se restringir ao mercado Português, procurando mecanismos que lhes

⁴² Imagem obtida através de informação publicitária disponibilizada pela empresa

permitissem oferecer soluções globais. Actualmente a empresa conta com clientes em todo o mundo, constituindo os mercados da Europa e América Latina os seus alvos preferenciais. Os produtos SaaS desenvolvidos pela empresa enquadram-se numa filosofia que, segundo os seus administradores, se caracteriza por “Aplicações web empresariais baratas e fáceis de usar”.

Actualmente a empresa conta com três produtos principais⁴³:

- Lawrd – Trata-se de uma ferramenta que visa apoiar a gestão de escritórios de advogados, através de mecanismos de controlo dos tempos dedicados a cada processo por parte de cada elemento pertencente à equipa. A plataforma permite controlar os aspectos mais relevantes para o bom funcionamento do negócio, nomeadamente, contas-correntes de clientes, produtividade e rentabilidade dos seus clientes dos dossiers e dos seus colaboradores.

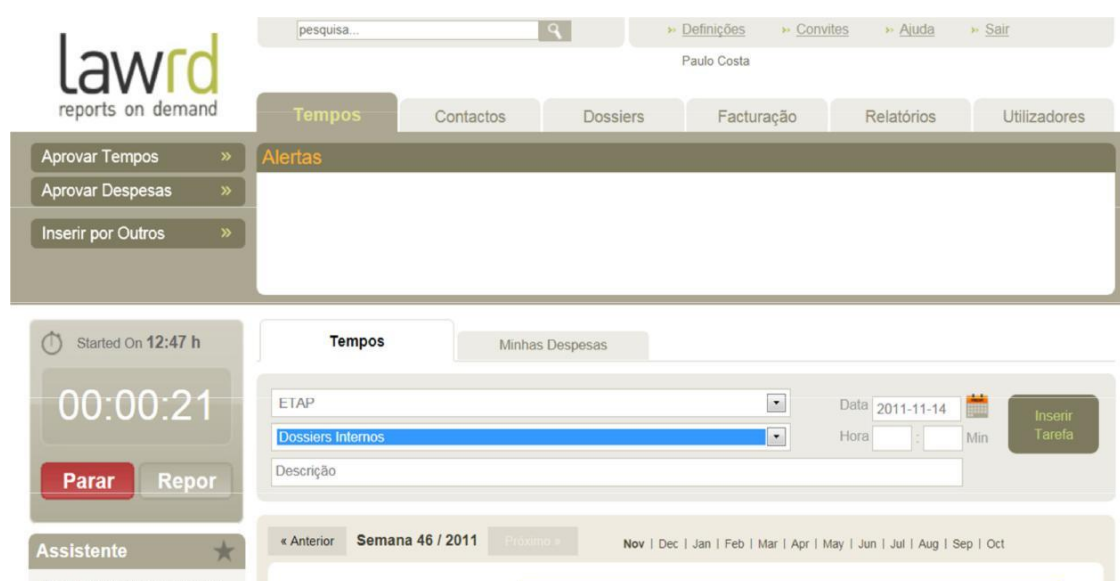


Fig. 37– Plataforma Lawrd na sua versão de demonstração

Em termos de valores, a aplicação encontra-se disponível por uma mensalidade de 14 euros por utilizador.

- Teepin – Pode ser caracterizado como um sistema de gestão de ideias para as organizações, que cobre as fase da recolha, análise e implementação das referidas ideias. A ferramenta propõem-se conseguir aumentar os índices de inovação dentro das organizações, através da implementação de pequenas ideias, ideias essas que podem surgir a qualquer colaborador da empresa independentemente da sua categoria profissional.

⁴³ Mais informações em <http://www.muchbeta.com/saas.php>

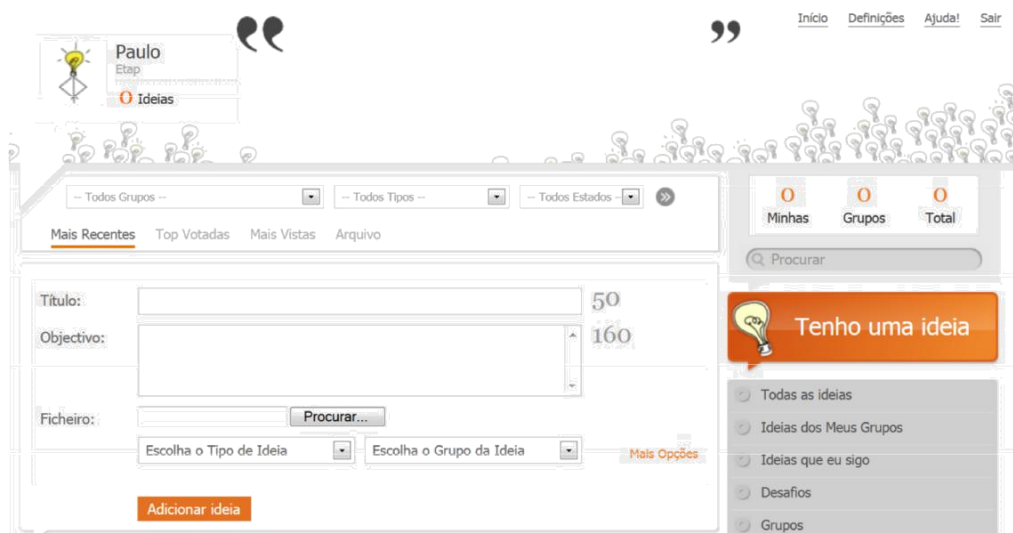


Fig. 38– Plataforma Teepin na sua versão demonstração

A aplicação é actualmente disponibilizada pelo valor mensal de 1 euro por funcionário.

- Yoomit – Consiste numa ferramenta que visa gerir a realização de reuniões dentro das organizações, incluído a elaboração de actas. Para o efeito a empresa adoptou uma interface minimalista com um número de ecrã reduzido, por forma a conseguir um rápido acesso às opções. A parte principal da aplicação consiste numa vista geral das reuniões e dos detalhes associados a cada uma delas. Por forma a facilitar a utilização da aplicação, é possível a partir das próprias reuniões, proceder à criação de utilizadores e de contactos (embora exista uma zona própria para esse efeito).

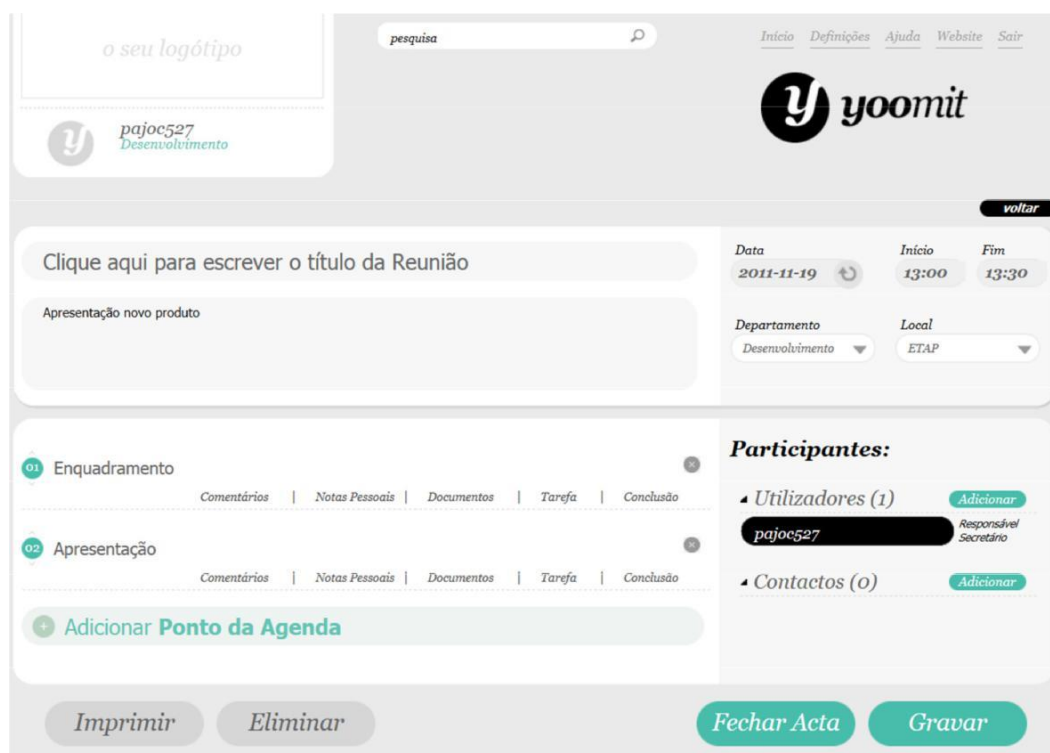


Fig. 39– Plataforma Yoomit na sua versão demonstração

O produto encontra-se disponível para comercialização em três versões diferentes:

Plano	Nº de utilizadores	Possibilidades de pagamento	Armazenamento	Preço
Gratuito	1	-	100 MB	Gratuito
Basic	5	Paypal	1 Gb	5 € Mês
Premium	25	Paypal e transferência bancária	5 GB	19 € Mês
Corporate	100	Paypal e transferência bancária	25 GB	49 € Mês

Fig. 40 – Versões Yoomit ⁴⁴

Para o desenvolvimento das suas aplicações a Muchbeta utiliza uma framework que desenvolveu em php sobre a plataforma Zend⁴⁵. No sentido de não terem de se preocupar com a escalabilidade e segurança física das suas aplicações, a Muchbeta optou por colocar os seus servidores na Amazon AWS (utilizando mais concretamente o EC2 2 o S3), sendo que no caso das aplicações Lawrd e Teepin toda a comunicação entre os computadores dos clientes e os servidores (ambiente Linux) é encriptada com certificados SSL de 256 bits emitidos pela DigiCert. Tal situação garante a realização de backup's hora a hora e a permanente actualização dos servidores.

Actualmente, quer com a necessidade da realização de versões para dispositivos móveis dos seus produtos como também de permitir a integração com outras aplicações, a empresa tem canalizado esforços para o desenvolvimento de API's que permitam o acesso a nível programático a funcionalidades das aplicações da empresa.

4.4 CONCLUSÕES

Foram aqui apresentados alguns dos diversos fornecedores nacionais de serviços para a Cloud, o que atesta que neste domínio Portugal se encontra em linha com o movimento global de consolidação do Cloud Computing.

A oferta é vasta e como seria de esperar (devido aos investimentos envolvidos), existe em maior número ao nível do SaaS, sendo as ofertas dirigidas na maior parte dos casos ao mercado empresarial. Importa referir que ainda no que concerne ao SaaS, a regra dominante consiste no facto de as organizações terem as suas soluções on-premise e, face à emergência do conceito do Cloud Computing, desenvolverem de forma mais ou menos aprofundada e com maior ou menor aproveitamento da estrutura existente (código, interfaces, bases de dados, etc.) as suas próprias soluções SaaS, podendo em situações limite existir produtos rotuladas como SaaS que não contemplam todas os aspectos do paradigma, tendo sido criados de forma apressada por motivos de ordem meramente comerciais. A título de excepção irei apenas mencionar a empresa Produtiv⁴⁶ pelo facto de esta possuir um ERP desenvolvido exclusivamente sob a forma de Software as a Service. Para o efeito a empresa trabalha sobre a plataforma Windows Azure.

⁴⁴Baseado em <https://www.yoomit.com/pt>

⁴⁵Mais informações em <http://www.zend.com/en/>

⁴⁶Mais informações em: <http://www.produtiv.pt/>

Para terminar pretendo dar relevo aos relacionamentos existentes entre diversos fornecedores nacionais de serviços cloud. É o caso da plataforma SmartcloudPT que ao nível de aplicações para gestão de negócio, disponibiliza a versão FX do PHC, ou então o caso da Primavera Software que recorre aos DataCenters da PT como forma de garantir um alojamento seguro dos dados dos seus clientes.

5. PLATAFORMA WINDOWS AZURE

5.1 INTRODUÇÃO

No terceiro capítulo tivemos oportunidade de abordar as ofertas de diversos fornecedores para a cloud, agrupadas em função da camada em que se inserem. Ao nível da plataforma como serviço (PaaS) abordamos entre outras soluções a proposta da Microsoft, designada por Windows Azure.

Ao longo deste capítulo iremos abordar e analisar essa plataforma de uma forma mais detalhada, descortinando os conceitos associados a cada um dos elementos nucleares da plataforma que foram anteriormente abordados, nomeadamente:

- ☐ O Windows Azure;
- ☐ O SQL Azure;
- ☐ O Windows Azure AppFabric.

Irei também apresentar a forma como a maior parte dos programadores desenvolvem para a plataforma, ou seja, recorrendo ao Visual Studio 2010 e à framework .NET.

5.2 WINDOWS AZURE

Em termos genéricos e como já tivemos oportunidade de referir, o Windows Azure funciona como uma espécie de sistema operativo, permitindo correr aplicações Windows e armazenar dados na nuvem. Contudo, e ao contrário de outros sistemas operativos o Windows Azure não correr apenas numa máquina, estando antes distribuído através de centenas de máquinas.

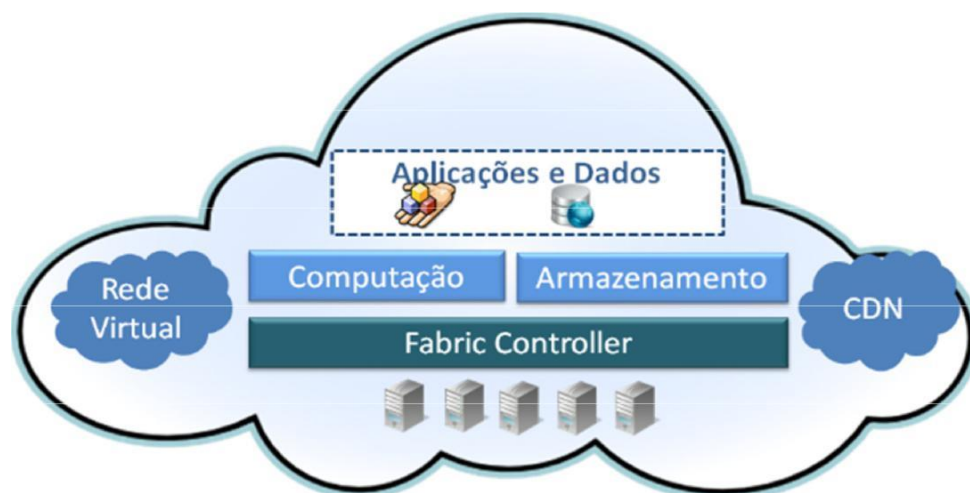


Fig. 41 – Componentes do Windows Azure ⁴⁷

⁴⁷ Baseado em “Introducing the Windows Azure platform” [32]

Cada nó do extenso conjunto de máquinas, está baseado no Windows Server 2008 R2, desta forma (pelo menos em teoria) qualquer aplicação que corra num formato local poderá correr na cloud.

Em termos estruturais e tal como é possível verificar na figura acima, o Windows Azure é actualmente composto por cinco elementos principais:

- Computação – O Windows Azure compute fornece aos programadores uma plataforma que torna possível armazenar, gerir e correr aplicações a partir dos datacenters da Microsoft.

Essas aplicações podem ser construídas com recurso a um ou mais tipos de componentes (denominados roles). Existem três tipos de roles [35]:

- Web Roles – O seu principal objectivo consiste na apresentação do conteúdo de websites. Tarefas que necessitem de recursos computacionais devem ser encaminhados para Worker Roles, é importante referir que existe um suporte total para o IIS, o que torna possível correr vários sites num webrole.
- Worker Roles – Tem como função realizar tarefas que necessitem de recursos computacionais mais elevados. A sua utilização beneficia a escalabilidade das aplicações web. A comunicação com os outros roles pode ser conseguida recorrendo às Messagequeues.
- VM Roles – Ao contrário das duas roles anteriores, as VMRoles não se enquadram na categoria PaaS (estamos aqui mais ao nível do IaaS). O objectivo desta role consiste em facilitar o processo de migração para a cloud de aplicações em que o modo de migração tradicional não se afigura viável. No fundo estamos a falar de colocar na cloud a imagem de uma solução on-premise.

As aplicações podem ser desenvolvidas com recurso à plataforma .Net da Microsoft (utilizando o Visual Basic ou C #), mas também pode ser levado a cabo utilizando tecnologias como o PHP.

- Armazenamento – Através desse serviço é possível armazenar na cloud elementos de uma forma segura e escalável. Esses elementos podem ser constituídos por imagens, documentos ou vídeos. É importante referir que essa forma de armazenamento não está de todo ligada ao modelo relacional de base de dados.

Existem três formas de armazenamento [36]:

- Binary Large Object (BLOB) – Constitui a forma mais simples de armazenar texto ou dados binários no Azure, estando preparado para guardar volumes de dados elevados.
 - Tabelas - Ideal para guardar elevados volumes de dados que necessitam de alguma estruturação, utilizando para o efeito queries (embora como disse não esteja ligado ao modelo relacional de bases de dados).
 - Messagequeues – Utilizada para permitir a troca de mensagens entre componentes, por exemplo entre dois roles.
- Fabric controller – Como foi referido anteriormente o Windows Azure corre sobre um número conjunto de máquinas. A tarefa do Fabric controller consiste em unir esse conjunto de máquinas numa entidade única sobre a qual assentam a parte de computação e de armazenamento.

- Content delivery network (CDN) – A principal função do CDN consiste em manter os dados replicados em várias zonas, para que se encontrem mais rapidamente acessíveis para os utilizadores finais.
- Rede Virtual – O objectivo desse serviço consiste em permitir o acesso à aplicações alojadas na cloud como se estivessem residentes dentro da firewall da própria organização. Através do Windows Azure Connect, é possível estabelecer uma conexão via IP directa entre a cloud e o datacenter da organização[36]. Adicionalmente, outra funcionalidade de grande utilidade consiste na possibilidade de realizar a integração com o Active Directory da organização. Conseguindo assim transportar para a cloud as permissões de acesso utilizadas localmente.

O utilizador consegue criar e administrar as suas aplicações através da utilização de um portal acessível via browser.

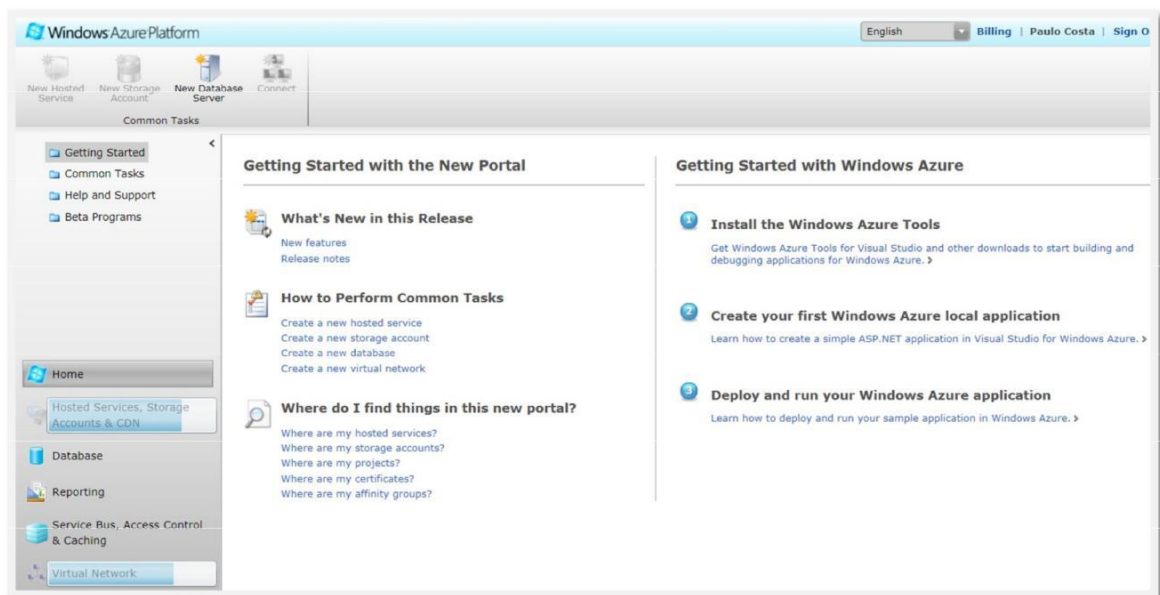


Fig. 42 – Plataforma Windows Azure

Para o efeito o utilizador deverá autenticar-se recorrendo a sua identificação Windows Live. A partir desse portal é possível aceder a todos os elementos presentes no Windows Azure.

5.3 SQL AZURE

As bases de dados relacionais apresentam-se como um dos componentes essenciais das actuais aplicações. Sendo o SQL Server, a par de outros sistemas gestores de base de dados como o Oracle ou o MYSQL, um dos produtos mais utilizados. Actualmente o SQL Azure baseia-se na versão 2008 R2 da sua congénere on-premise, não suportando contudo todas as suas funcionalidade.

Em termos estruturais, o SQL Azure inclui os seguintes componentes[32]:

- Base de dados SQL Azure – Representa a proposta da Microsoft ao nível de base de dados relacionais para a cloud. A sua construção alicerçou-se sobre o SQL Server e tem como vantagem para os seus utilizadores o facto de não necessitarem de se preocuparem com a instalação e manutenção da mesma. Um aspecto interessante prende-se com o facto de ser suportado o armazenamento de dados provenientes de aplicações alojadas na cloud assim como de aplicações on-premise, essa tecnologia é designada de cloud-based database management system (DBMS).
- SQL Azure Reporting – Adiciona ao SQL Azure funcionalidade ao nível de reporting e de BI (business intelligence). Trata-se de uma versão cloud do SQL Server Reporting Service (SSRS).
- SQL Azure Data Sync – Construído com base na framework Sync, tem como função a realização de sincronizações entre bases de dados SQL Azure e bases de dados on-premise.

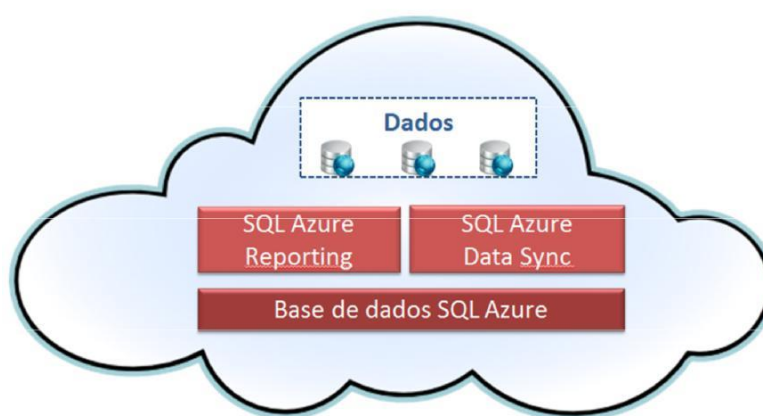


Fig. 43– Componentes do SQL Azure

O SQL Azure permite a criação e administração de bases de dados através da plataforma, tarefas como realização de queries, criação e alteração de tabelas, stored procedures ou triggers podem facilmente ser realizadas pelo administrador da base de dados.

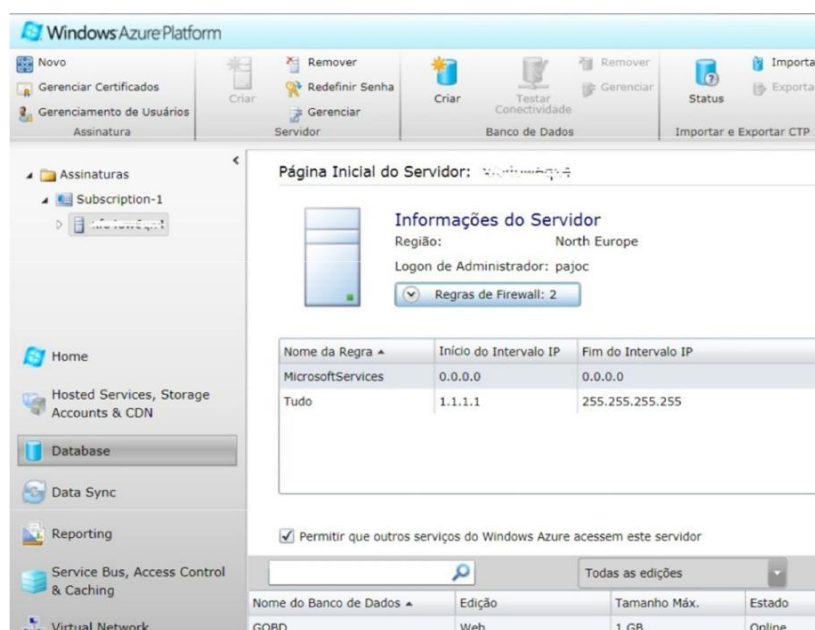


Fig. 44 – Configuração de base de dados no Windows Azure

O facto de o SQL Azure ter sido construído com base no SQL Server tradicional garante uma compatibilidade ao nível dos mecanismos de acesso a dados, nomeadamente através da utilização do ADO.Net.

5.4 WINDOWS AZURE APPFABRIC

O Windows Azure AppFabric funciona na cloud como uma camada de middleware, na medida em que pode ser utilizado ao nível da integração de aplicações existentes, tornando-se também um auxiliar precioso em situações de cloud's híbridas.

Como é possível observar na figura abaixo, os componentes associados ao AppFabric são construídos sobre o Windows Azure e podem ser caracterizados da seguinte forma:

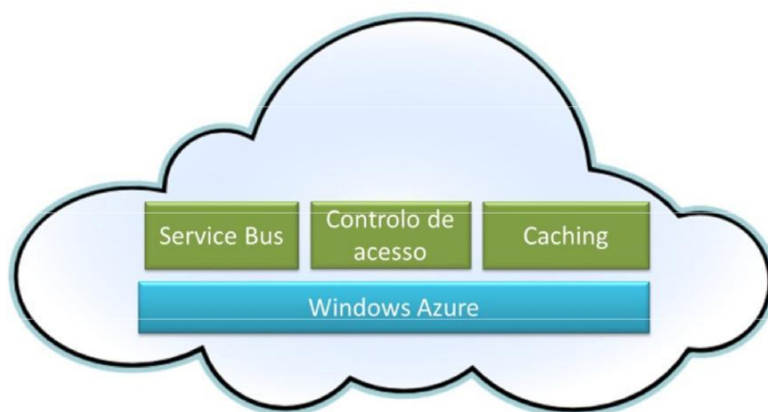


Fig. 45– Componentes do Windows Azure APPFabric

- Service Bus – Facilita o processo de colocação de serviços na internet para que outras aplicações (cloud ou não) as possam utilizar. A cada serviço colocado, é atribuído um URL, que pode posteriormente ser utilizado para localizar e aceder o referido serviço.
- Controlo de acesso – A diversidade de mecanismos de autenticação que actualmente existem, desde o Active Directory, as contas do Google, o Live ID do Windows ou mesmo o Facebook, podem colocar à aplicações que os pretendem suportar desafios bastante complexos. O controlo de acesso surge assim com o objectivo de simplificar esse processo. Fornecendo suporte para todos eles e constituindo-se como o local para a definição de regras de acesso.
- Caching – Uma das formas de acelerar aplicações que acedam repetidamente à mesma informação, é proceder à colocação em cache desses acessos. Adicionalmente, e como teremos oportunidade de verificar no capítulo seguinte, ao ser independente de qualquer instância de computação, o caching afigura-se como uma excelente opção para o armazenamento de informação relacionada com o session state.

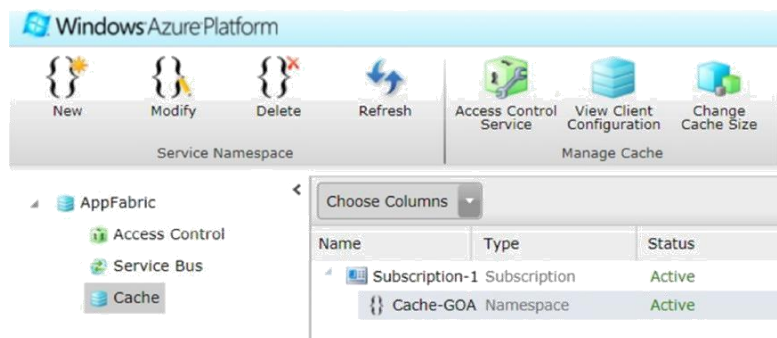


Fig. 46– Componentes APPFabric na plataforma Azure

5.5 DESENVOLVIMENTO PARA AZURE

Apesar de como foi dito no início deste capítulo, eu me ir debruçar sobre o IDE do Visual Studio e sobre a Framework .NET, importa saber que quer em relação ao IDE, quer em relação ao .Net, existem alternativas às soluções Microsoft. Assim, caso pretendamos desenvolver em Java, Ruby ou em PHP deveremos obter o Windows Azure SDK para a respectiva linguagem. No caso de escolhermos o Eclipse como IDE, deveremos obter o Windows Azure Tools for Eclipse⁴⁸.

Voltando agora às ferramentas Microsoft, no sentido de poder dar início ao desenvolvimento para a cloud, o primeiro passo a seguir consistirá no download e instalação do Windows Azure SDK. Trata-se de um pacote que entre outras coisas inclui⁴⁹:

- ☐ Windows Azure Tools for Microsoft Visual Studio;
- ☐ Windows Azure SDK;
- ☐ Windows Azure AppFabric SDK.

Uma vez instalado o Windows Azure SDK estamos em condições de iniciar a criação de um novo projecto. O processo é bastante simples e passa pela selecção do template cloud no momento da criação do projecto, e posteriormente pela selecção da role pretendida.

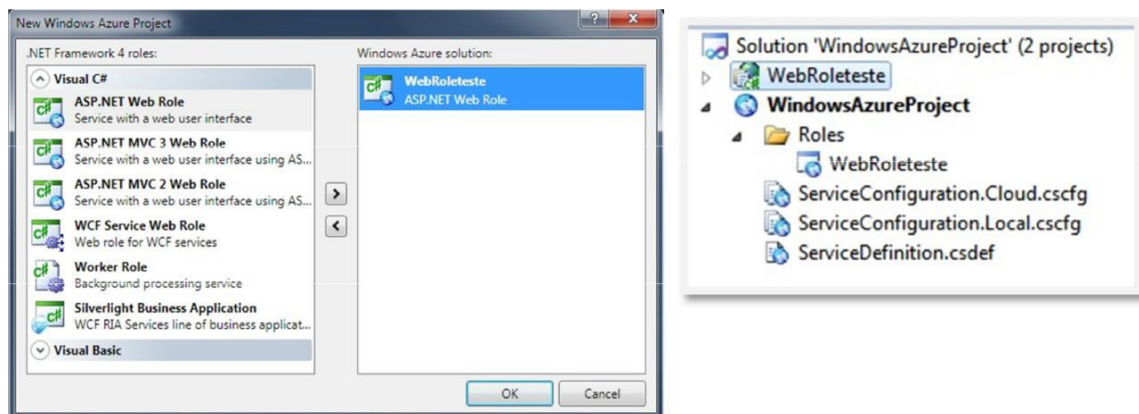


Fig. 47– Selecção do Web Role e apresentação dos projectos presentes na solução

Uma vez o projecto criado é altura de proceder ao desenvolvimento do mesmo, o seu desenvolvimento desenrola-se de uma forma muito semelhante ao da criação de uma web application tradicional. A diferença reside no facto de a nossa solução ser composta por

⁴⁸Para mais informações consultar: <http://www.microsoft.com/windowsazure/interop/>

⁴⁹Para informações mais detalhadas Consultar: <http://www.microsoft.com/windowsazure/sdk/>

dois projectos: o projecto que pretendemos desenvolver e o projecto Azure, a partir do qual iremos proceder, quando a aplicação estiver concluída, a criação do package para posterior inclusão na plataforma Windows Azure.

É de referir que a utilização de funcionalidades relacionadas com a cloud, implica a adição das respectivas referências no projecto a desenvolver.

5.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo de criação e configuração de um novo hosted service a partir da plataforma Azure, e da importação do package criado pelo Visual Studio, será abordado no capítulo seguinte.

Em termos de balanço relativamente à apresentação da plataforma, importa evidenciar o seu actual grau de maturidade que levou inclusivamente a que recentemente a CloudSleuth's numa comparação levada a cabo durante um ano entre vários fornecedores cloud, nomeasse o Microsoft Azure como o serviço mais rápido⁵⁰.

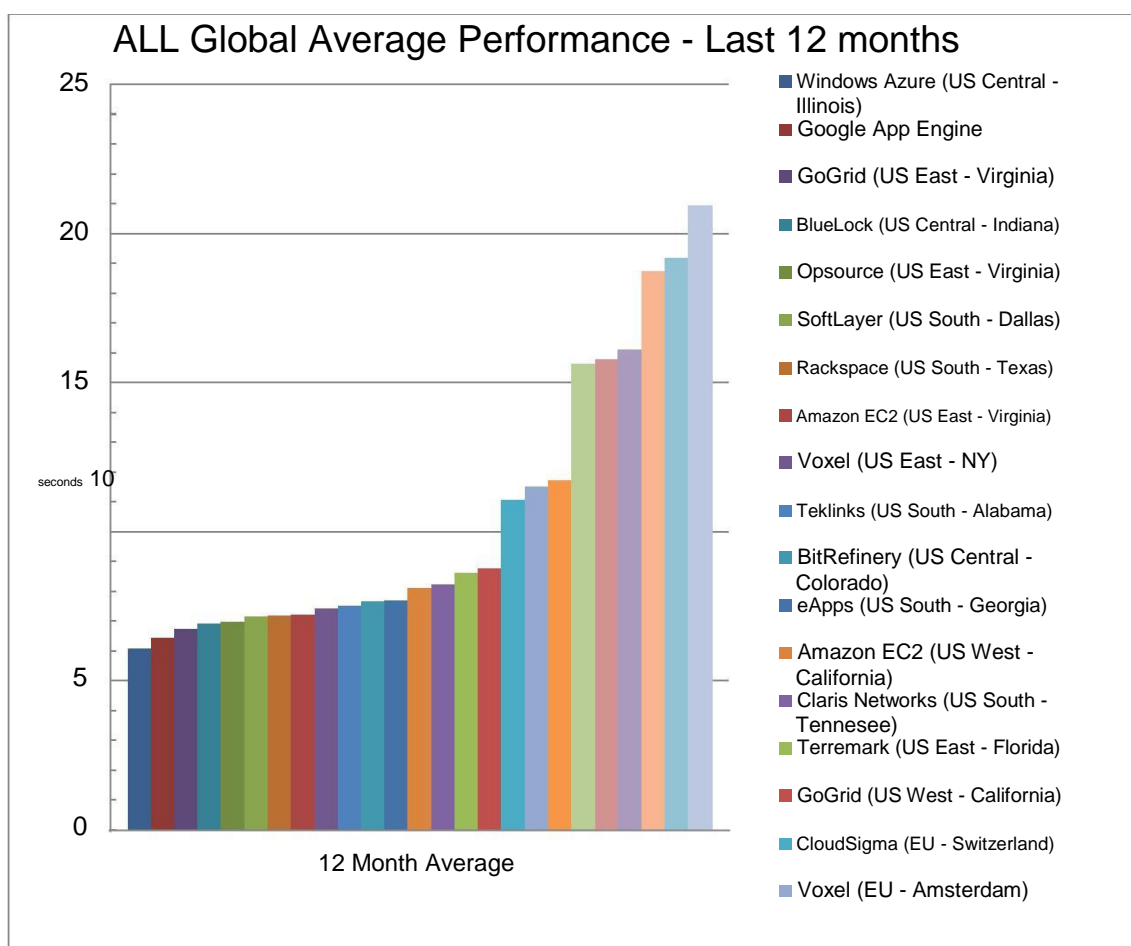


Fig. 48 – Performance média de diversos fornecedores cloud ⁵¹

⁵⁰Mais informações em: <http://www.informationweek.com/news/cloud-computing/infrastructure/229300184>

⁵¹Informação disponibilizada pela CloudSleuth's em ficheiro Excel

6. MIGRAÇÃO PARA AZURE

6.1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo irei apresentar uma aplicação Web desenvolvida num formato on-premise e que visa representar os muitos aplicativos que se encontram instalados nas organizações e que constituem os seus sistemas legados.

O software em causa consiste numa aplicação Web – GOcorrência – desenvolvida através do Visual Studio 2010 em ASP.Net, que pretende gerir as ocorrências que surgem num estabelecimento de ensino profissional, com o qual eu colaboro (ver figura 36).

A instituição em causa encontra-se certificada pela Qualidade de acordo com a norma ISO 9001. De acordo com essa certificação devem ser registadas e tratadas todas as ocorrências ou não conformidades que surjam. Devido às limitações provocadas pelo impresso utilizado, nomeadamente ao nível da rastreabilidade da ocorrência por parte de quem a despoletou, surgiu a necessidade de desenvolver a referida aplicação.



Fig. 49 – Aplicação Web GOcorrência

Em termos de aplicação propriamente dita, existe uma área de administração que se destina a configurar o tratamento a dar às ocorrências, identificando responsáveis e passos a percorrer. É também nesta área que são criados os utilizadores e definidos os perfis de acesso. A secção a que todos os utilizadores registados podem aceder diz respeito às ocorrências propriamente ditas. Aqui, e dependendo dos privilégios atribuídos, será possível lançarem-se novas ocorrências ou realizar o rastreio de ocorrências anteriormente lançadas.

O desafio que aqui se coloca consiste em conseguir migrar essa aplicação Web para a cloud, mais concretamente para a plataforma Windows Azure. É de referir que essa aplicação recorre a uma base de dados em SQL Server (que também terá de ser migrada) que serve tanto para registar os dados associados às ocorrências, como para registar o universo de utilizadores e de perfis associados a cada um deles, utilizando para o efeito o Membership do ASP.Net.

6.2 ETAPAS DO PROCESSO DE MIGRAÇÃO

Em termos genéricos e tendo em consideração que existe uma certa compatibilidade entre as ferramentas, a migração para o Azure envolveu os seguintes passos [34]:

- Realização apurada de testes à aplicação alvo de migração – No sentido de garantir que a mesma se encontra totalmente operacional, e responde às necessidades que levaram ao seu desenvolvimento.
- Migrar a base de dados em SQL Server para SQL Azure – Existem diversos aspectos que aqui devem ser tidos em consideração, nomeadamente o facto de que para se conseguir migrar uma base de dados SQL para Azure, a mesma deve-se encontrar na versão 2008. Adicionalmente e como seria de esperar, o modo Windows authentication não é suportado. Apesar de o SQL Azure se encontrar num processo de constante actualização, actualmente ainda existem algumas funcionalidade disponíveis no SQL Server que o SQL Azure não suporta, poderemos destacar a realização de queries e transacções distribuídas, a utilização de UDT (User-defined types) ou a utilização de database mirroring. Estes são, sem dúvida, aspectos que deveremos ter em consideração antes de iniciar um processo de migração da base de dados.
- Actualizar a aplicação on-premise de forma a que a mesma se conecte com a base de dados migrada – Este passo consiste essencialmente na alteração da connection string que normalmente se encontra guardada no ficheiro webconfig.
- Converter a aplicação num Web Role Project – A forma mais simples consiste na criação de um novo projecto Windows Azure, adicionando-lhe posteriormente o projecto on-premise e transformando-o num Web Role.
- Garantir que a aplicação consegue correr – Este passo consiste apenas em garantir que a aplicação consegue funcionar nesse ambiente designado de local development fabric.
- Criação do pacote de envio para o Azure e colocação do mesmo na plataforma – Consiste na criação de um novo hosted service na plataforma do Azure que irá carregar o pacote que foi criado pelo Visual Studio. É importante referir que todos os hosted service que se encontram instalados na plataforma são tidos em consideração para o cálculo do valor a pagar (mesmo os que se encontram parados), desta forma se tivermos um hosted service que não utilizamos o procedimento aconselhável é proceder à sua eliminação.
- Testar a aplicação na nova plataforma – De forma a garantir que a mesma desempenha as mesmas tarefas que a sua congénere on-premise.

6.3 MIGRAÇÃO DO GOCORRÊNCIA

A primeira etapa tecnicamente relevante no processo de migração da aplicação para a cloud, consistiu na passagem da base de dados SQL Server para SQL Azure. A base de dados em causa foi desenvolvida na versão 2008 do SQL Server e apresenta a estrutura presente na figura 37. Como é possível verificar existe um conjunto de tabelas utilizadas

com o objectivo de realizar o controlo de acesso através da utilização da funcionalidade de Membership do ASP.Net.

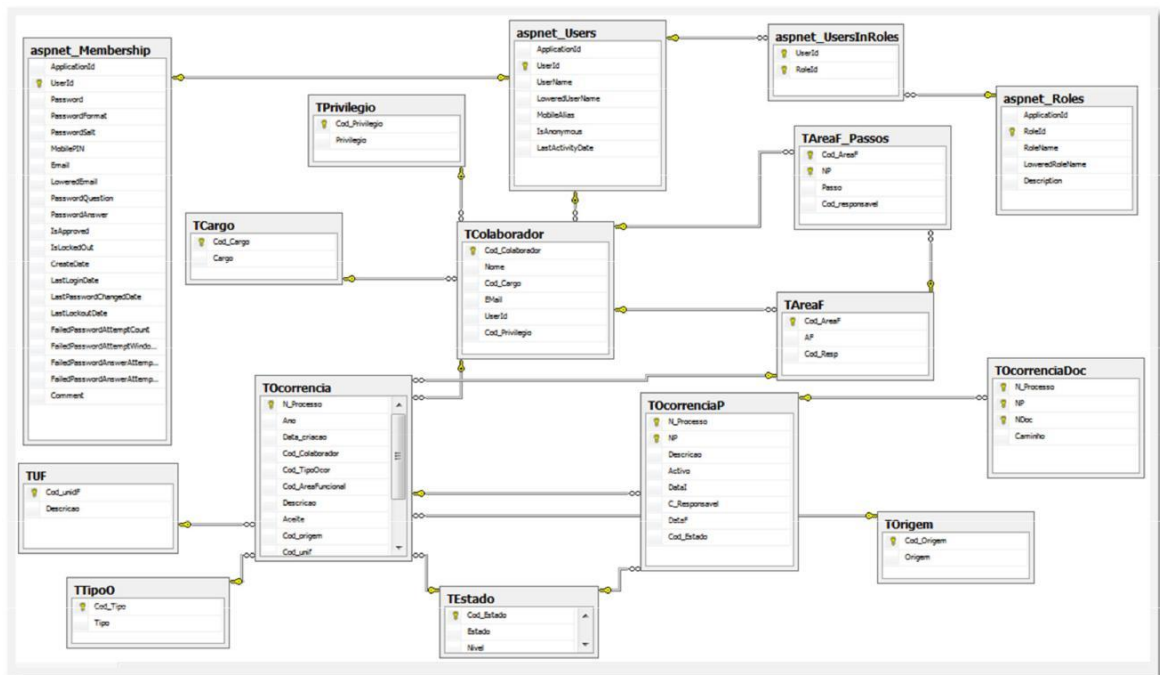


Fig. 50 – Diagrama da base de dados GOBD

A estratégia utilizada para migrar a estrutura e os dados para o SQL Azure consistiu na instalação e utilização do SQL Azure Migration Wizard (ver figura 51). Este assistente permite-nos, antes de mais nada, identificar possíveis incompatibilidades da base de dados on-premise com o SQL Azure, e posteriormente proceder à criação e execução de um script que irá mover toda a estrutura para a cloud.

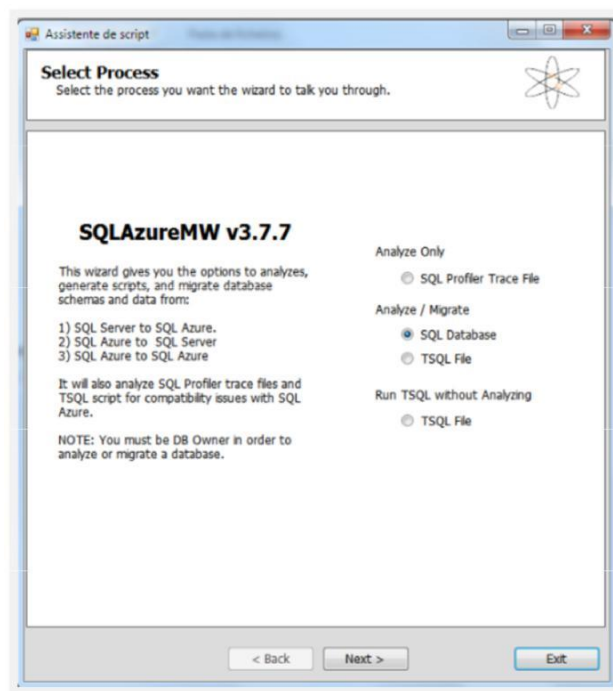


Fig. 51 – SQL Azure Migration Wizard

Contudo, e para que tal migração seja possível, deverá existir do lado da plataforma Azure uma subscrição que nos irá permitir na secção de base de dados criar um servidor. Será precisamente esse nome de servidor que iremos ter de utilizar para que o SQLAzureMW possa comunicar com a nossa conta Azure.

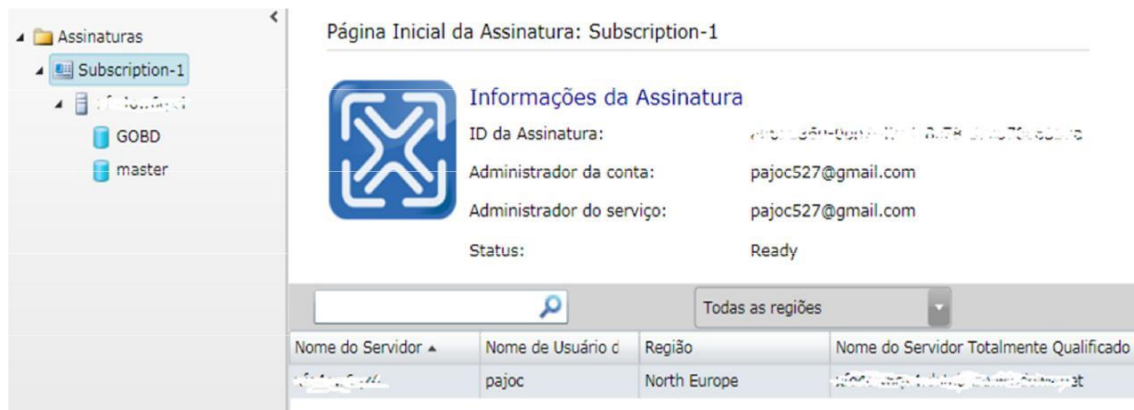


Fig. 52 – Subscrição do SQL Azure

Uma vez migrada a base de dados, a plataforma, através do SQL Azure Management Portal, disponibiliza um conjunto de ferramentas que permitem uma total gestão da base de dados (ver figura 53), desde a criação ou actualização de tabelas, passando pela realização de queries e gestão de stored procedures.

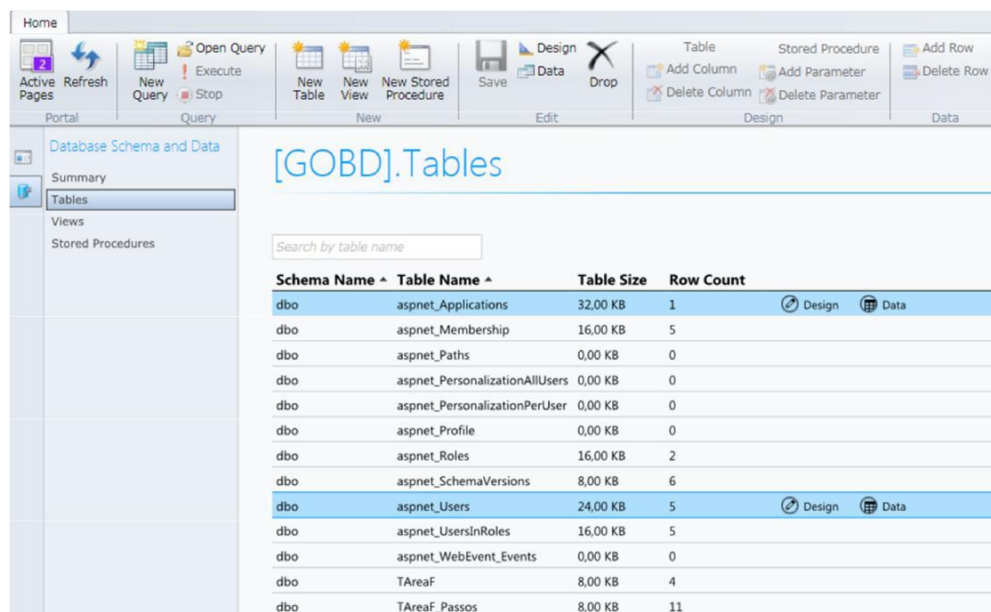


Fig. 53– SQL Azure Management Portal

Outra fase muito relevante no processo de migração consistiu na conversão da aplicação on-premise num web role project. Para o efeito foi criado um projecto Windows Azure vazio, ao qual lhe foi adicionado o projecto GO. Posteriormente, foi adicionado um Web Role que associa o projecto GO com o projecto Azure e acrescentadas algumas referências ao Windows Azure service runtime no projecto GO. Adicionalmente, um aspecto que não deverá ser descurado prende-se com o número de instâncias a atribuir ao Web Role. Uma instância deve ser vista como uma forma de escalar horizontalmente a nossa aplicação, ou seja, quanto maior o número de instâncias, mais escalável será a nossa aplicação. Não

deixa no entanto de ser verdade que a aplicação funciona apenas com uma instância, contudo esse procedimento não é aconselhável e a própria Microsoft apenas aceita SLA's para pelo menos duas instâncias.

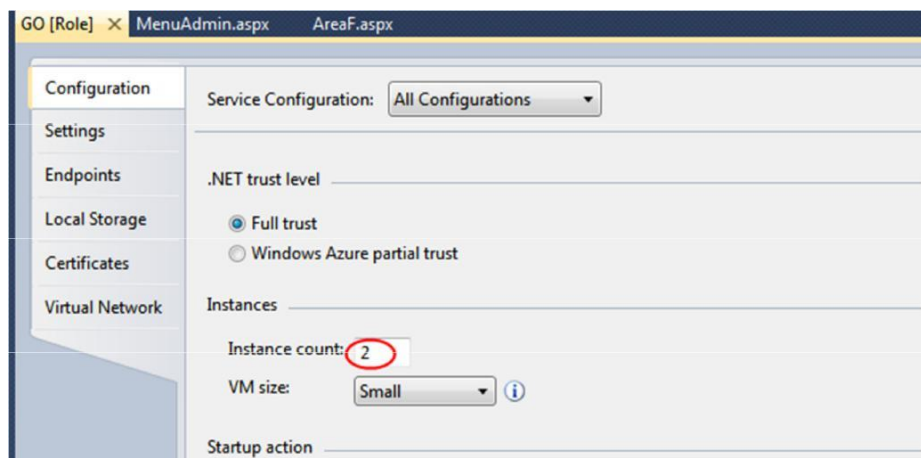


Fig. 54 – SQL Azure Management Portal

A questão das instâncias, apesar de como já vimos ser praticamente obrigatória, levanta no entanto desafios que necessitem ser correctamente tratados. O mais evidente prende-se com a utilização do session state. A aplicação GO utiliza session state no sentido de enviar informação de um web form para outro (já que como sabemos o protocolo http é stateless). Desta forma ao realizar-se o balanceamento de carga entre as duas instâncias, o session state deixará de funcionar. Para contornar essa situação foi necessário recorrer ao caching do Azure AppFabric. Podemos caracterizar o caching do Azure como a memória elástica que uma aplicação utiliza de forma a conseguir aumentar a sua performance, adicionalmente ela é independente de qualquer instância, o que a torna ideal para resolver a questão do session state.

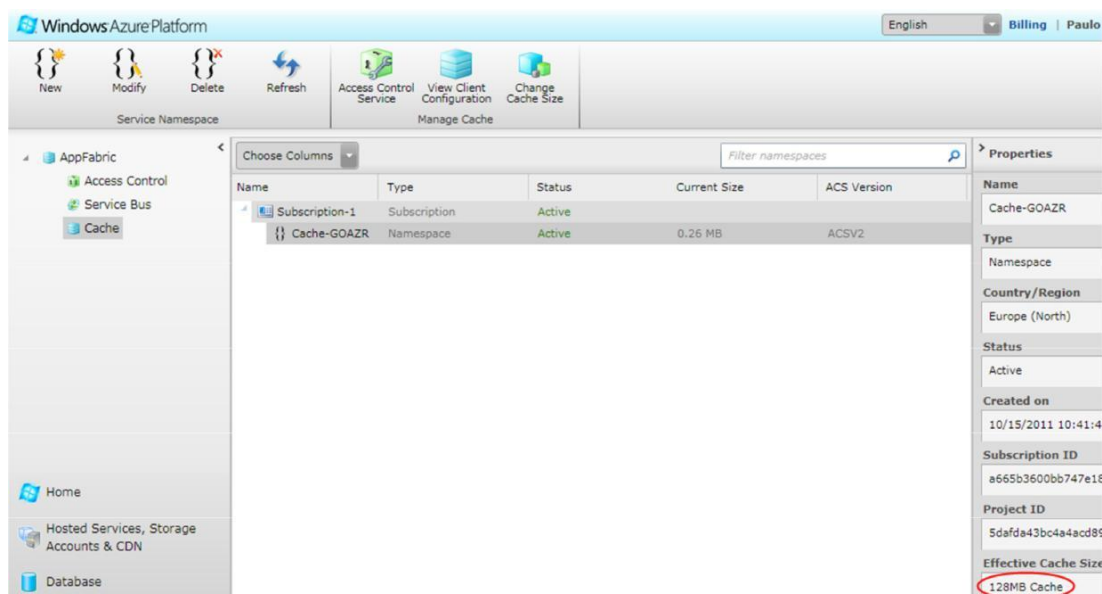


Fig. 55 – Caching do Azure AppFabric

Por forma a podermos utilizar o caching do Azure AppFabric, deveremos proceder à criação de um namespace dentro da secção de cache (ver figura 55) e atribuir-se um determinado tamanho (por defeito 128 MB).

Depois de devidamente testado, será a partir do projecto Azure que iremos criar o package a ser utilizado na criação de um novo hosted service (ver figura 56). Esse package é composto por dois ficheiros, um que contém o package propriamente dito, com extensão cspkg, e outro de configuração, com extensão cscfg.

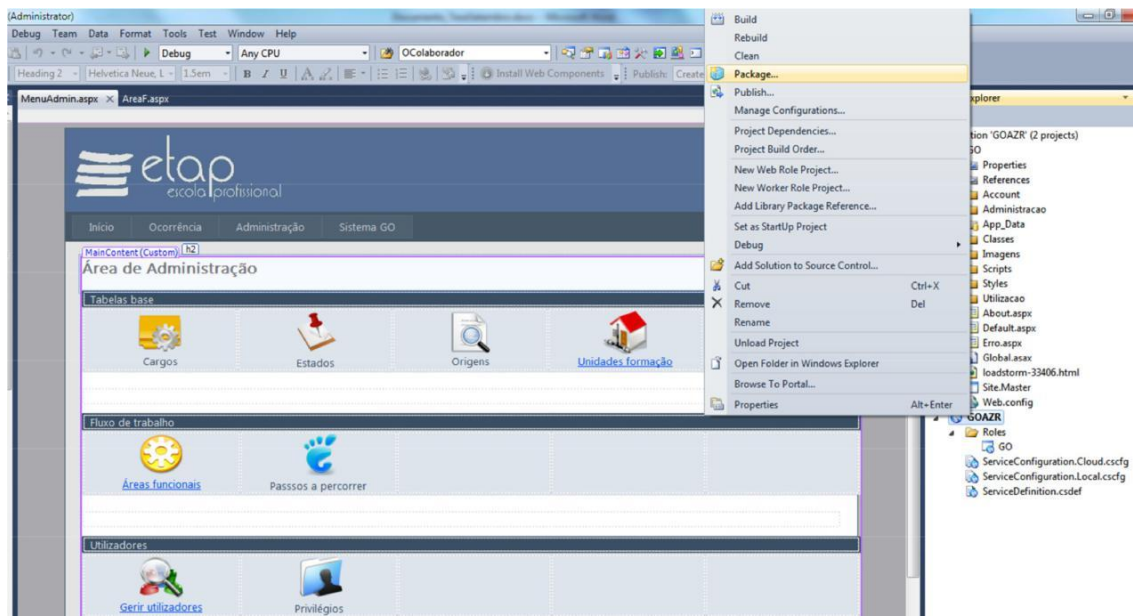


Fig. 56 – Criação do package a ser utilizado pelo Windows azure

O resto do procedimento irá decorrer do lado da plataforma Azure. Tal como aconteceu com o SQL Azure, aqui também deverá utilizar-se a subscrição criada no momento da configuração da conta, para a partir dela proceder à criação de um novo hosted service, preenchendo em seguida toda a informação solicitada.

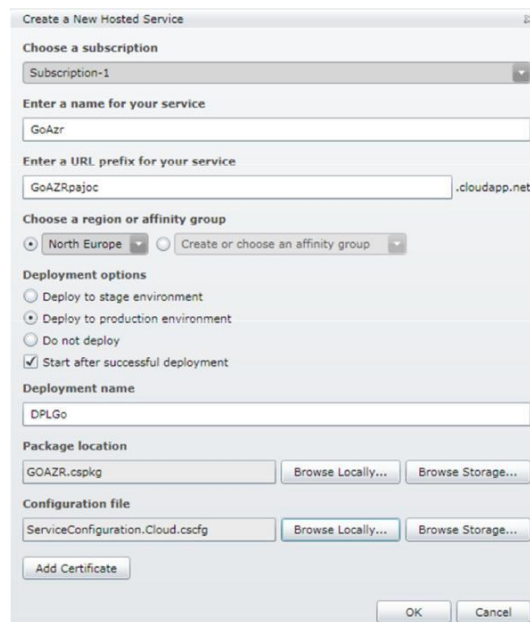


Fig. 57– Criação de um novo Hosted Service

Mais uma vez recordo que qualquer Hosted Service que se encontre alojado na plataforma, mesmo que parado, está sujeito a cobrança, pelo que apenas devem existir os que são estritamente necessários.

Como é possível verificar na imagem abaixo (figura 58), as instâncias definidas encontram-se perfeitamente visíveis e funcionais. Neste momento para testar a aplicação basta correr o link que se encontra no DNS name.

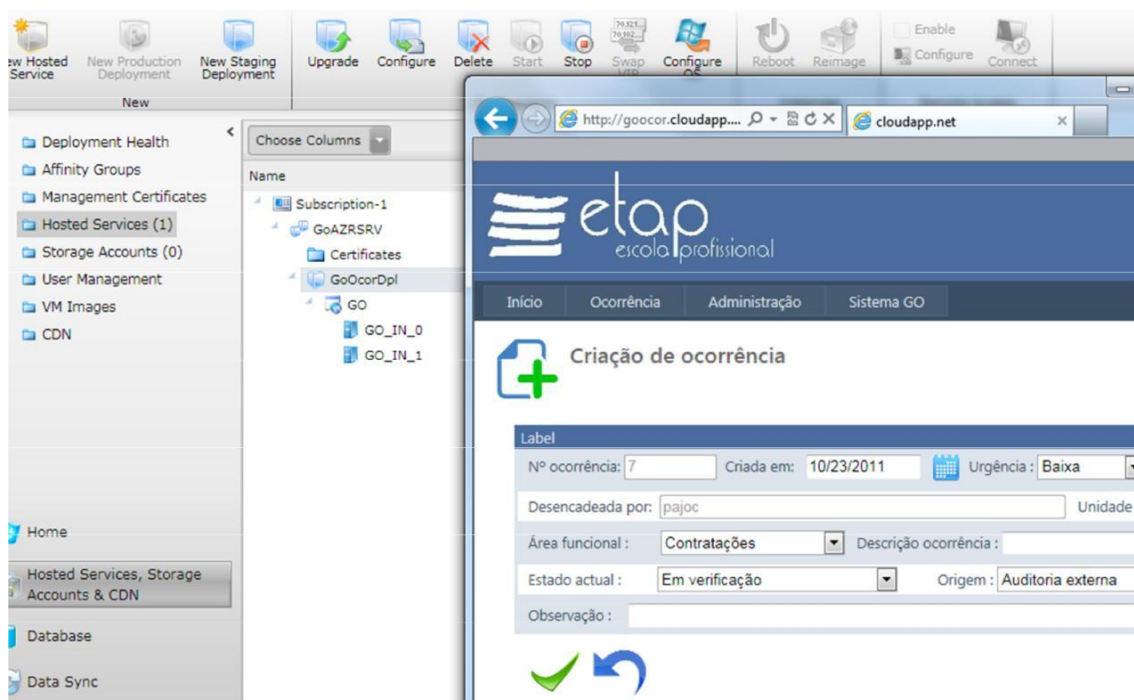


Fig. 58– Aplicação GOcorrência no Windows Azure

6.4 COMPARAÇÃO DE PERFORMANCE E CONCLUSÕES

Depois de concluída a migração do GOcorrência para o Windows Azure, é altura de comparar a performance desta nova plataforma com uma situação de alojamento tradicional onde não estão implementados mecanismos automáticos de escalabilidade. Para o efeito utilizei a solução de Web Hosting Somee⁵², que permite o alojamento gratuito de sites em ASP.Net (suportando já a framework 4.0) e de bases de dados SQL Server.

No sentido de facilitar o processo de colocação da aplicação na Somee foi necessário transformar a aplicação web num website. Processo realizado através da criação de um website vazio e da sucessiva adição dos elementos pertencente à aplicação web. Um aspecto que se deverá ter em consideração nesse tipo de passagens, diz respeito à necessidade de alterar nas páginas a directiva code behind para code file.

No que concerne à base de dados, o processo foi relativamente simples, a principal dificuldade prende-se com o facto de por se tratar de uma versão gratuita, as possibilidades de administração da base de dados através da plataforma serem bastante limitadas.

Uma vez alojado o website, é disponibilizado pela plataforma um endereço a partir do qual o site pode ser acedido⁵³, não sendo portanto necessário, para o efeito pretendido, proceder à aquisição de um domínio.

⁵²Mais informações em <http://somee.com/>

⁵³<http://pajoc.somee.com>

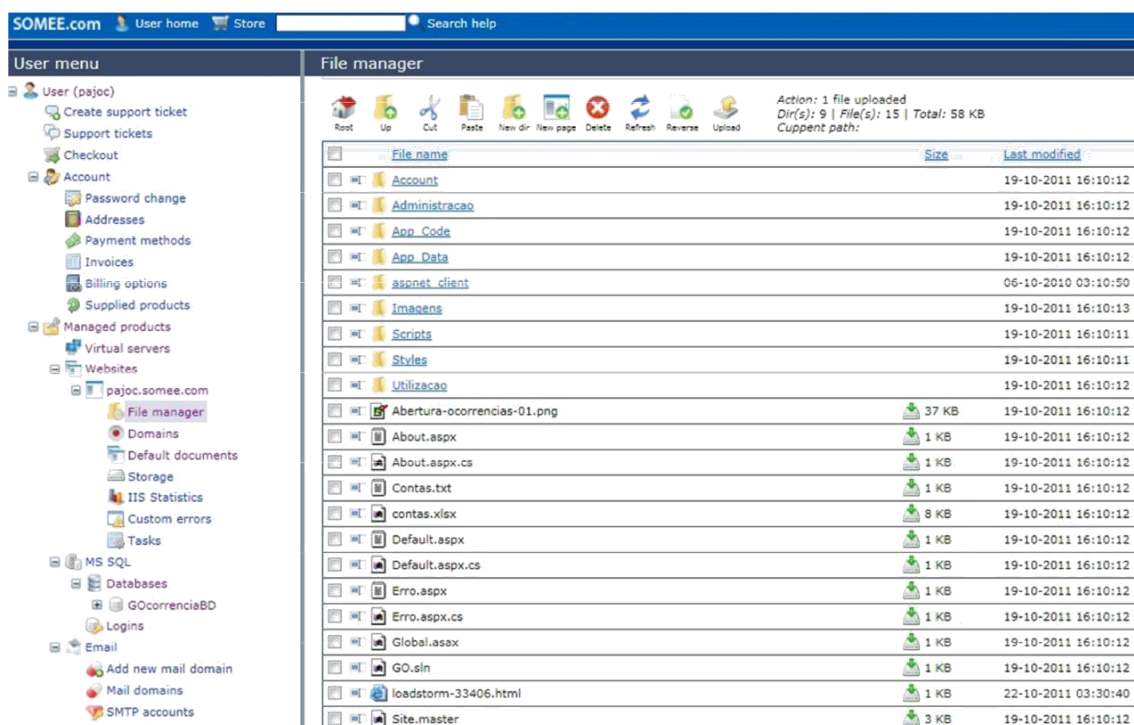


Fig. 59– Plataforma de administração da Somee

A partir do momento que se encontram disponíveis online as duas versão da aplicação GOcorrências, estão criadas as condições para poder proceder à sua comparação em termos de desempenho. Para o efeito foi utilizada a ferramenta LoadStorm⁵⁴, que permite a realização de testes de carga sobre uma determinada aplicação, apresentando no final diversos dados estatísticos para análise.

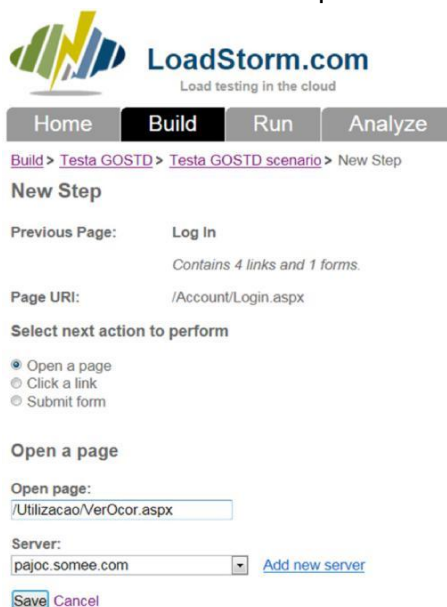


Fig. 60– Configuração de um teste no LoadStorm

Dado o perfil da aplicação GOcorrências, optei pela utilização da versão gratuita do LoadStorm, que suporta até 25 utilizadores em simultâneo. Foi criado um teste para cada uma das duas plataformas, exactamente com as mesmas exigências, número de utilizadores em simultâneo e duração (ver figura 60).

⁵⁴ Mais detalhes em: <http://loadstorm.com/>

O objectivo passava por verificar se, mesmo com esse número reduzido de utilizadores em simultâneo, se verificavam algumas diferenças em relação a picos de utilização, ou mesmo em relação ao tempo médio de resposta.

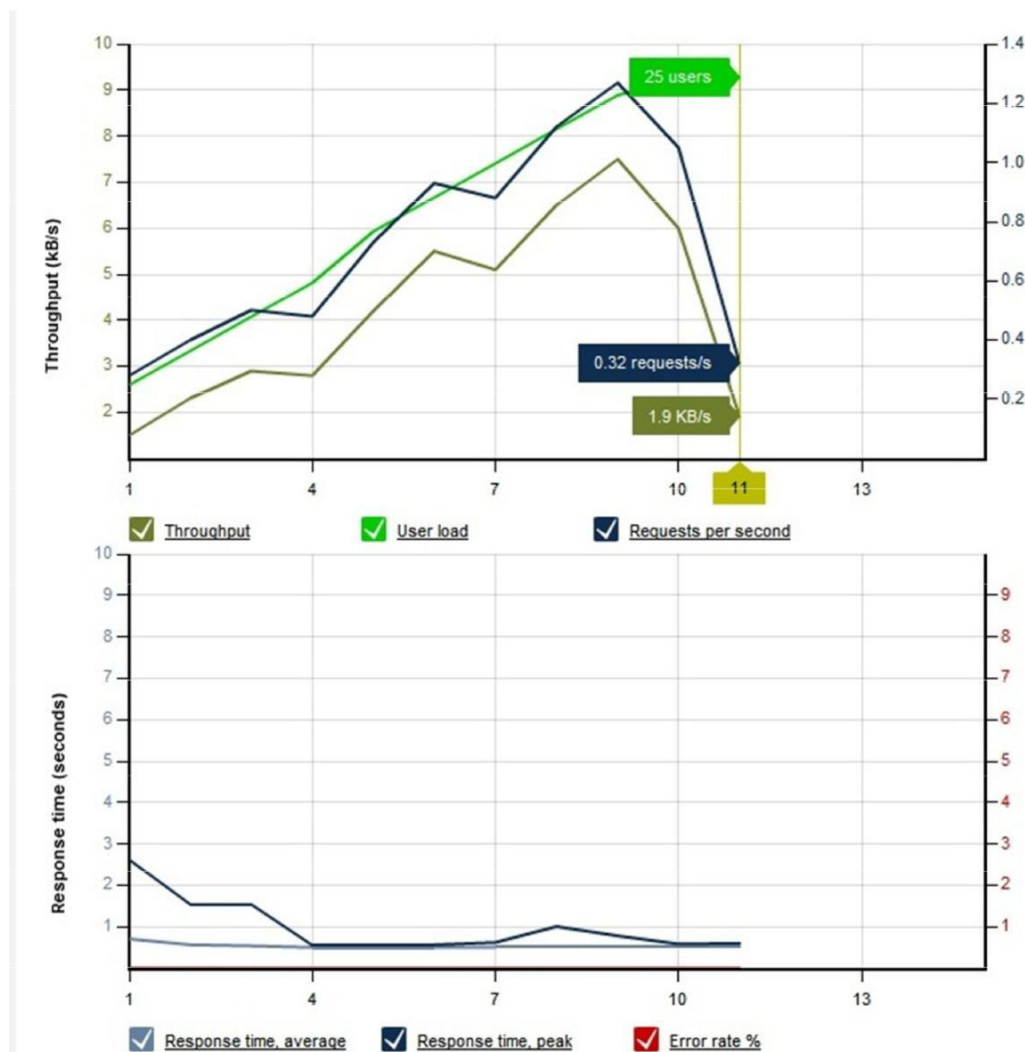


Fig. 61– Teste realizado sobre plataforma Azure

Os gráficos presentes na figura acima apresentada, indicam o teste realizado sobre a plataforma Azure. Nele é possível verificar que no que respeita a tempo de resposta, a tempos médios ou até em termos de picos, não se verifica nada de particularmente relevante, ou seja o tempo de resposta médio é baixo e não existem picos de utilização significativos.

Já no que concerne ao teste realizado sobre o site alojado na Somee (ver figura 62), é possível verificar que os requisitos e que a carga de utilizadores é exactamente igual ao do teste anterior. Contudo, existem, ao longo do tempo em que o teste decorre, alguns picos, ocorrendo o mais expressivo durante o quinto minuto.

A tal situação não é certamente alheio o facto de a aplicação alojada na plataforma Azure, poder contar com duas instâncias, que permitem uma distribuição mais eficiente da carga, melhorando consequentemente a performance da aplicação que nela se encontra alojada.

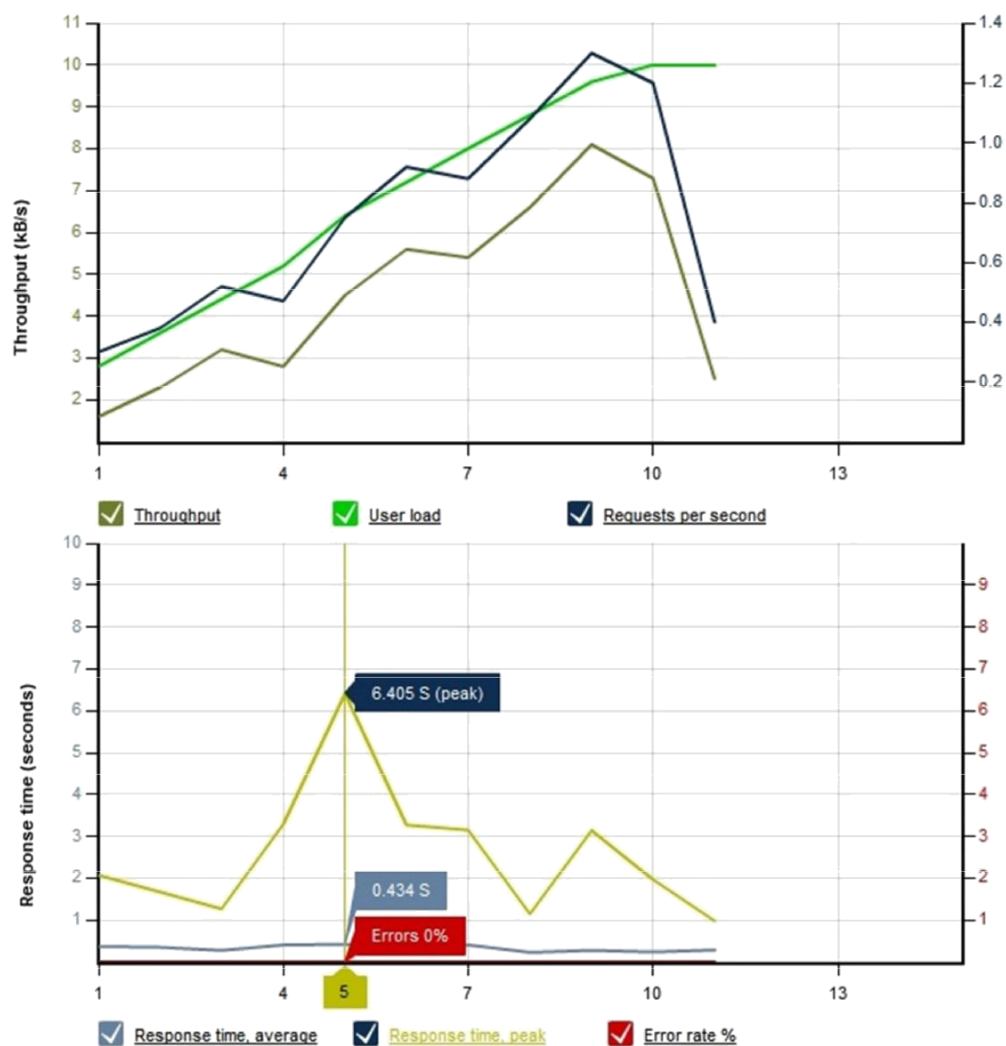


Fig. 62– Teste realizado sobre o site alojado na Somee

Apesar de como já referi o número de utilizadores testados ser relativamente baixo, a organização para quem a aplicação foi desenvolvida, conta com cerca de cem colaboradores, pelo que a carga a que a aplicação foi sujeita, não é assim tão despropositada uma vez que estamos a falar de utilizadores em simultâneo.

Parece-me que mesmo com uma aplicação leve como esta (é necessário ter em consideração que as bases de dados continham poucos dados), fica demonstrada a importância da escalabilidade da solução sobre Azure, e consequentemente a vantagem da sua utilização.

7. CONCLUSÕES E TRABALHO FUTURO

Ao longo desta dissertação foram analisados diversos aspectos associados ao paradigma do cloud computing (CC). Em traços genéricos, foram apresentadas definições de CC, foi dissecado o seu significado, apresentadas as camadas em que se divide, assim como identificados os tipos de cloud existentes. Posteriormente foram analisados alguns dos principais fornecedores, e foi analisada mais em detalhe a solução Windows Azure, da Microsoft.

Chegou agora a altura de tecer algumas considerações e apresentar conclusões face a tudo o que foi anteriormente exposto. O primeiro aspecto a considerar prende-se com o facto de que para as organizações, mais do que uma solução tecnológica o CC deve ser visto como um catalisador para a inovação, constituindo uma excelente oportunidade para aumentar o enfoque no core business da empresa, passando a consumir os recursos de TI de que venha a necessitar sob a forma de serviços. Esse conceito aplica-se especialmente a PME's que realizem a sua actividade de negócio fora da área das tecnologias de informação. Nessas situações a utilização de soluções SaaS apresentam inúmeros benefícios nomeadamente [38]:

- Poupanças ao nível da aquisição de equipamentos e de software - deixando de ser necessária a aquisição de servidores e de aplicativos para o apoio à administração dos sistemas;
- Redução de custos com administração do parque informático – Passando a ser possível a redução de pessoal ligado ao departamento de informática, garantido no entanto que as questões de carácter técnico se encontram entregues a pessoal altamente especializado;
- Redução de consumos energéticos – Anteriormente incrementados pela necessidade de refrigeração de bastidores;
- Obtenção de melhores performances – Devido à utilização por parte do fornecedor de serviços de equipamentos recentes e de versões dos produtos sempre actualizadas;
- Maior agilidade dos serviços – Deixando de existir a necessidade de dimensionar as TI para fazer aos picos de procura, conseguindo portanto uma solução elástica que se adapta às necessidades do momento;
- Melhor protecção contra desastres – Os fornecedores de serviços SaaS tem por obrigação implementar mecanismos de tolerância a falhas (replicação de dados, diversos datacenters, conexões redundantes) que confirmam aos seus clientes a protecção dos seus dados;
- Acesso a informação em qualquer lugar e através de diversos dispositivos – A deslocalização da força de trabalho é uma realidade, a utilização de soluções SaaS permite o acesso à informação independentemente da localização ou do dispositivo.

Apesar dos benefícios apresentados existem ainda algumas interrogações provocadas sobretudo por questões ligadas à segurança. Relativamente a esta situação, não resisto à tentação de fazer a analogia com os bancos. Qual o local mais seguro para guardarmos o nosso dinheiro, a nossa casa ou uma instituição bancária credível? Os bancos devido à concentração de dinheiro são evidentemente um alvo apetecível para ladrões, contudo,

dados os mecanismos de segurança implementados, a probabilidade de perdermos o nosso dinheiro em casa devido a um incêndio ou a um assalto é infinitamente maior do que num banco. Relativamente à segurança dos nossos dados penso que se passa exactamente a mesma coisa, ao colocá-los junto de instituições credíveis e especializadas no assunto, estamos sem dúvida a aumentar a sua segurança.

Outro aspecto acerca do qual me parece importante reflectir prende-se com os benefícios da utilização do PaaS por parte de PME'S ligadas à área tecnológica, nomeadamente software houses. Nesses casos a utilização de plataformas que se encaixem nessa camada, proporciona a essas empresas o acesso a recursos computacionais apenas acessíveis a empresas de muito maior dimensão. Adicionalmente, possibilita o desenvolvimento de aplicações multi-tenant, o que garante inúmeras vantagens para a empresa e para os seus clientes. Tipicamente, empresas clientes de plataformas PaaS tornam-se posteriormente fornecedoras de soluções SaaS para o cliente final.

Com base nos diversos conceitos abordados ao longo desta dissertação, parece-me importante realizar uma espécie de esquema que, face a aspectos como a dimensão da empresa, a sua antiguidade e às suas necessidades de customização, apresente o que cada uma das camadas pode oferecer.

	IaaS	PaaS	SaaS
Dimensão da organização	<input type="checkbox"/> Mais ajustado para organizações de maior dimensão, podendo no limite optar por desenvolver uma cloud privada; <input type="checkbox"/> Poderá constituir resposta acertada para PME's ligadas à área tecnológica que pretendam controlar a infra-estrutura	<input type="checkbox"/> Poderá constituir resposta acertada para PME's ligadas à área tecnológica (exemplo software houses) que não pretendam controlar a infra-estrutura.	<input type="checkbox"/> Solução acertada para micro's e pequenas empresas em que a dimensão e as características da organização possam permitir a adopção de um produto Standard. <input type="checkbox"/> Solução acertada para empresas de todas as dimensões no caso de se tratar de aplicativos que não fazem parte do core-business da organização.
Antiguidade e sistemas legados	<input type="checkbox"/> As necessidades de migração ou integração com soluções on-premise poderão aconselhar a utilização do IaaS	<input type="checkbox"/> O PaaS constitui outra alternativa ao nível da migração para a cloud de organizações com sistemas legados	<input type="checkbox"/> Alternativa interessante para situações de green field, conseguindo poupanças significativas ao nível da aquisição de equipamentos e outros recursos
Necessidades de customização	<input type="checkbox"/> Cenário ajustado	<input type="checkbox"/> Cenário ajustado	<input type="checkbox"/> Cenário inadequado face às características do SaaS

Know-how tecnológico existente	<input type="checkbox"/> Pode ser rentabilizado nesse cenário	<input type="checkbox"/> Pode ser rentabilizado nesse cenário	<input type="checkbox"/> Menor rentabilização desse conhecimento
--------------------------------	---	---	--

Relativamente ao processo de migração para a cloud (privada ou pública), importa no entanto realçar que na esmagadora maioria dos casos o mesmo será realizado de forma faseada, será dada prioridade numa primeira fase a aplicações relacionadas com processos não críticos para a organização, tal situação garante a possibilidade de correcções na eventualidade de algo não correr bem, sem que o desempenho e a imagem da organização sejam postos em causa, adicionalmente irá permitir um acumular de experiência que será sem dúvida bastante útil no momento de migrar aplicações críticas.

Relativamente ao futuro, parece-me inquestionável que o CC veio para ficar. Trata-se de uma nova forma de trabalhar em que, para as organizações, se consegue criar uma camada de abstracção relativamente aos aspectos tecnológicos, deixando a localização dos colaboradores ou os dispositivos utilizados de serem relevantes. A única coisa necessária para aceder aos serviços contratados é uma ligação à internet. Deixa claramente de fazer sentido as empresas necessitarem de criar a sua própria infra-estrutura tecnológica para poderem aceder aos aplicativos de que necessitam, tal como não faria por exemplo sentido as empresas necessitarem de ter os seus próprios geradores para obterem electricidade. Em suma, é consumido um serviço que é pago em função da quantidade (nº de utilizadores, capacidade de processamento ou de armazenamento) utilizada, podendo a qualquer altura essa quantidade ser reajustada em função das necessidades.

Ainda dentro de possíveis tendências futuras e atendendo por um lado às movimentações de fornecedores como a Google e a Amazon que se preparam para a disponibilização de equipamentos fortemente ligados à cloud e pelo outro à massificação de serviços de armazenamento como o Skydrive, o iCloud ou o Dropbox. É previsível uma forte redução da importância das unidades de armazenamento local e talvez mesmo dos sistemas operativos locais.

Em termos de trabalhos futuros e utilizando para o efeito um fornecedor IaaS com suporte para tecnologias Microsoft (como por exemplo a Amazon AWS através do EC2), seria sem dúvida interessante identificar os passos necessário para a migração para essa plataforma. Posteriormente poderia ser realizada uma análise de performance para o mesmo aplicativo apresentado no capítulo seis, mas agora numa comparação entre duas soluções cloud, uma a nível de IaaS e outra a nível de PaaS.

REFERÊNCIAS

- [1] Hayes Brian. "Cloud Computing". Communication of the ACM.
- [2] Voas, Jeffrey; Zhang, Jia; "Cloud Computing: New Wine or Just a New Bottle?"; 2009 IEEE Computer Society.
- [3] Owens Dustin. "Securing Elasticity in the Cloud"; Communication of the ACM.
- [4] Leon Ernest "What Makes a Cloud Server"; Cloud Computing Journal; acedido em 19,03,2011; em: <http://cloudcomputing.sys-con.com/node/1180781>
- [5] Shuai Zhang; Shufen Zhang; "Cloud Computing Research and Development Trend"; 2010 IEEE Computer Society.
- [6] Borko Furht; "Cloud Computing Fundamentals"; Handbook of Cloud Computing; Springer Science Business Media, LLC 2010.
- [7] Lyer Bala; Henderson John; "Preparing for the future: Understanding the seven capabilities of the cloud computing". MIS Quarterly executive Vol. 9 No 2 / Jun 2010.
- [8] Shufen Zhang; Shuai Zhang; Xuebin Chen; Shangzhuo Wu; "Analysis and Research of Cloud Computing System Instance"; 2010 IEEE Computer Society.
- [9] Rajiv Arunkundram; "An Introduction to Hyper-V in Windows Server 2008" acedido em 26,03,2011; em: <http://technet.microsoft.com/en-us/magazine/2008.10.hyperv.aspx>.
- [10] "Beyond Virtualization: Building a Long Term Information Systems Strategic Plan"; 2010 Clabby Analytics.
- [11] Mladen A. Vouk; "Cloud Computing – Issues, Research and Implementations"; 2008 Journal of Computing and Information Technology.
- [12] Augusto Florence; Ribeiro Jorge; Gomes Rui; "Service-Oriented architecture adoption in a Portuguese company: a case study"; ECC'09 Proceedings of the 3rd international conference on European computing conference.
- [13] Bacili Kleber; "Governança SOA e cloud computing: como aumentar suas chances de ter sucesso"; acedido em 26,03,2011; em: governanca_soa_e_cloud_computing_como_aumentar_suas_chances_de_ter_sucesso_nas_nuvens/
- [14] Bein Doina; Bein Wolfgang; Madiraju Praveen; "The Impact of Cloud Computing on Web 2.0";
- [15] Roh Lucas; "How to Make Public and Private Clouds Secure" em: <http://cloudcomputing.sys-con.com/node/1750499>;
- [16] ShipleyGreg; "TheVisibilityFactor:AssessingCloudRisk" em: [HTTP://WWW.INFORMATIONWEEK.COM/NEWS/SECURITY/MANAGMENT/224202319](http://www.informationweek.com/news/security/managment/224202319);
- [17] Clemons Erick K. "Making the Decision to Contract for Cloud Services: Managing the Risk of an Extreme Form of IT Outsourcing "; 2011 IEEE Computer Society;
- [18] Armbrust Michael; Fox Armando; Griffith Rean; Joseph Anthony D.; Katz Randy H.; Konwinski Andrew; Lee Gunho; Patterson David A.; Rabkin Ariel; Stoica Ion; Zaharia Matei; "A View of Cloud Computing"; 2010 Communications of the ACM no 4;
- [19] Harding Chris "Cloud Computing Needs Standards" em: <http://www.baselinemag.com/c/a/Utility-Computing/Cloud-Computing-Needs-Standards-778678/>;
- [20] "Integration Strategies for ISVS Part I" em: <http://www.boomi.com/resources/whitepapers>
- [21] Hai Jin, Shadi Ibrahim, Tim Bell, Wei Gao, Dachuan Huang, Song Wu; "Cloud Types and Services"; Handbook of Cloud Computing; Springer Science Business Media, LLC 2010.
- [22] Vliet Jurg van, Paganelli Flavia; "Programming Amazon EC2" O'REILLY 2011
- [23] "Cloud hosting tour" em: <http://www.gogrid.com/cloud-hosting/cloud-hosting-tour.php>
- [24] "GoGrid Pricing" em: <http://www.gogrid.com/cloud-hosting/cloud-hosting-pricing.php>
- [25] "Installing ExpressionEngine on a Rackspace Cloud Server" em:
- [26] Leong Lydia, Chamberlin Ted "Magic Quadrant for Cloud Infrastructure as a Service and Web Hosting"; 2011 Gartner RAS Core Research
- [27] "How We Price Cloud Servers" em http://www.rackspace.com/cloud/cloud_hosting_products/servers/pricing/
- [28] Brunetti R. (2011) "Windows Azure Step by Step", O'Reilly Media, Inc.
- [29] "What is PaaS" em: <http://davidchappellopinari.blogspot.com>
- [30] Sanderson Dan; "Programming Google App Engine" O'REILLY 2010
- [31] "Windows Azure Virtual Network" em: <http://www.microsoft.com/windowsazure/features>
- [32] Chappell David "Introducing the Windows Azure platform"; DavidChappel & Associates October 2010
- [33] Ouellette J. (2011) "Development with the Force.com Platform ", Addison-wesley
- [34] "Tips for Migrating Your Applications to the Cloud" em <http://msdn.microsoft.com/en-us/magazine/ff872379.aspx>
- [35] "Windows Azure Series – Roles offered by Windows Azure" em <http://cloudcomputing.sys-con.com/node/1781890>

- [36] “Windows Azure Series – Introduction to Windows Azure” em <http://cloudcomputing.sys-con.com/node/1685539>
- [37] Darbyshire Paul, Darbyshire Adam (2010) “GETTING STARTED with Google Apps”, Apress
- [38] “Six reasons to use cloud services for small business” em <http://www.computerworlduk.com/advice/cloud-computing/3312364/six-reasons-to-use-cloud-services-for-small-business/?olo=email&no1x1>